ETUDE D'IMPACT

Projet des Pépinières

Annexes

Quartier Saint-Clément - Rouen (76)

Juillet 2022

ALTAREA COGEDIM REGIONS
87 rue de Richelieu
75002 PARIS
STU 847 905 RCS PARIS - APE 4110D

VIRGIL
28 rue Bayard
75008 PARIS
Tél. 01 45 61 18 60 - Fax 01 45 61 18 84
N° Siret 320 720 782 00087 - APE 7112B
SAS au capital de 1.000.000 €uros

Liste des annexes

1. Diagnostic de pollution des sols pour l'estimation des volumes et surcoûts pour la gestion des terres excavées réalisé par SOLER Environnement (Septembre 2021)
2. Etude géotechnique réalisée par FONDASOL (Octobre 2021)
3. Etude hydrogéologique et de perméabilité des sols réalisée par FONDASOL (Février 2022)
4. Etude bioclimatique réalisée par TERAO (Mai 2022)
5. Inventaire faune-flore 4 saisons par ARP-ASTRANCE (Mai 2022)
6. Etude de mobilité réalisée par COSITREX (Mai 2022)
7. Etude acoustique réalisée par AGIRACOUSTIQUE (Mai 2022)
8. Etude Air & Santé réalisée par TECHNISIM (Mai 2022)
9. Pré-étude désamiantage par ACCEO (Octobre 2020)
10. Avis de la DRAC dispensant le projet de prescriptions d'archéologie préventive (14 octobre 2021)

1

Diagnostic de pollution des sols pour l'estimation des volumes et surcoûts pour la gestion des terres excavées réalisé par SOLER Environnement (Septembre 2021)

Soler Environnement
10 rue René Cassin
ZA de l'Europe
91300 Massy

Tel : 01 60 13 69 10
Fax : 01 60 12 54 32
www.lne.fr
www.solerenvironnement.fr
info@solerenvironnement.fr

DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT DES MILIEUX

ZAC de la Pépinière
36-54 rue Parmentier / 39-59 rue Gessard

ROUEN (76)

ALTAREA COGEDIM DEVELOPPEMENT URBAIN
87, rue de Richelieu
75002 PARIS

Affaire n° E SE MAS 2020.04756.01a et 02b

PRESTATION

DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT DES MILIEUX

ZAC de la Pépinière
36-54 rue Parmentier / 39-59 rue Gessard

ROUEN (76)

Agence	Affaire	N° prestation	Codification	N° Pièce	Type Document	Date	Commentaires / version
E SE MAS	2020.04756	01a/02b	DIAG	3	Rapport	05/11/2021	Version provisoire
						-	-

Ingénieur/Rédacteur	Chef de projet	Superviseur
Ludovic LEBOSSÉ	Ludovic LEBOSSÉ	Thierry JUMEAU
Visas	*Visas*	*Visas*

DOCUMENTS PRÉCÉDEMMENT RÉALISÉS

Agence	Affaire	N° prestation	Codification	N° Pièce	Type Document	Date	Titre / Objet du document
E SE MAS	2020.04756	02b	Hors mission	1	Note Technique	22/09/2012	Estimation des volumes et des surcoûts
		02b	Hors mission	2	Note Technique	30/09/2021	Estimation des volumes et des surcoûts

CONDITIONS D'EXPLOITATIONS DU PRÉSENT RAPPORT

L'utilisation de ce rapport doit respecter les conditions d'exploitation des études d'environnement (voir **annexe 17**).

En particulier :

- Cette étude ne constitue pas un certificat de non-pollution.

- Les descriptions lithologiques de ce rapport ne pourront pas être utilisées dans le cadre des études géotechniques.

- La recherche de sources potentielles de pollution se base uniquement sur la visite du site, sur l'historique du site, et les renseignements recueillis auprès des différentes administrations. On ne peut exclure la présence d'une pollution qui serait due à des évènements non signalés et non répertoriés (apports de remblais, décharge sauvage, acte de vandalisme…).

- Les investigations ont été réalisées ponctuellement sur le site. Elles ne peuvent fournir une vision continue de l'état du sous-sol, et ne permettent pas d'appréhender la présence de pollution pour des profondeurs supérieures à celles investiguées, ni d'apprécier le risque de pollution lié à des composés autres que ceux recherchés.

- Le rapport a été établi avec les informations disponibles au moment de la rédaction de l'étude et dans l'état actuel des connaissances techniques, juridiques et scientifiques.

- Le rapport et ses annexes forment un document indissociable. Ce document ne peut être exploité que dans son intégralité.

Le présent document ne s'applique pas aux sites pollués :
- Par des substances radioactives ;
- Par des agents pathogènes ;
- Par l'amiante.

De même, les sites dans lesquels se trouvent des engins pyrotechniques sont exclus du champ d'application du présent document.

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES

GLOSSAIRE

AEP : Alimentation en Eau Potable
ASPITET : Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces
ARS : Agence Régionale de Santé
BASIAS : Base de données d'Anciens Sites Industriels et Activités de Service
BASOL : Base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie
DDT : Direction Départementale des Territoires
ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IGN : Institut Géographique National
ISDD : Installation de Stockage de Déchets Dangereux (classe 1)
ISDI : Installation de Stockage de Déchets Inertes (classe 3)
ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (classe 2)
ISDI TS : Installation de Stockage de Déchets Inertes pour Terres Sulfatées
NGF : Nivellement Général de la France
PNR : Parc Naturel Régional
PPRI : Plan de Prévention des Risques d'Inondation
VMA : Valeur Maximale Admissible définie par l'arrêté du 12 décembre 2014 pour l'acceptation en ISDI
ZICO : Zone d'Importance Communautaire pour les Oiseaux
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique

As : Arsenic
Ba : Baryum
Cd : Cadmium
Cr : Chrome
Cu : Cuivre
Hg : Mercure
Mo : Molybdène
Ni : Nickel
Pb : Plomb
Sb : Antimoine
Se : Sélénium
Zn : Zinc
ETM : Éléments Traces Métalliques, regroupe l'ensemble des composés métalliques ou métalloïdes

BTEX : Hydrocarbures mono-aromatiques (Benzène Toluène Ethylbenzène Xylènes)
COHV : Composés Organo-Halogénés Volatils
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT : Hydrocarbures Totaux (C10-C40)
PCB : PolyChloroBiphényles
COT : Carbone Organique Total
CNt : Cyanures Totaux

DÉFINITIONS

*** Site pollué :**

Site présentant un risque pérenne, réel ou potentiel, pour la santé ou l'environnement du fait d'une pollution d'un ou des milieux, résultant de l'activité actuelle ou ancienne.

*** Pollution :**

Concentration sur sol brut dépassant le niveau de bruit de fond local pour une substance donnée et entraînant un risque pour la santé humaine et/ou l'environnement.

*** Pollution concentrée :**

Volume de milieu souterrain (sol, eau, gaz) à traiter, délimité dans l'espace, au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de ce volume.

*** Pollution diffuse :**

Zone difficile à circonscrire au sein de laquelle les concentrations en une ou plusieurs substances sont supérieures au bruit de fond local.

*** Pollution résiduelle :**

Substances restant dans le milieu souterrain après un traitement.

1 - SYNTHESE

Il s'agit d'une synthèse non technique. Il s'agit d'un résumé et d'une aide à la lecture. Seul le rapport et ses annexes peuvent nous être opposables.

PRESTATION	Diagnostic de l'État des Milieux (INFOS-DIAG)
Adresse du site	34-54 rue Parmentier et 39-59 rue Gessard – ROUEN (76)
Superficie du site	Environ 23 000 m²
Aménagement futur	Ensemble immobilier de logements sur en partie 1 niveau de sous-sol
Cadre réglementaire	Absence d'ICPE
Occupation actuelle	Anciens immeubles de logements collectifs et espaces verts

ÉTUDE DOCUMENTAIRE	
Étude historique, mémorielle et documentaire	Historique sommaire : zone à dominance pavillonnaire dans les années 30' jusqu'à la fin des années 60' avec la destruction de la grande majorité des bâtiments afin de créer dans le début des années 70' des immeubles collectifs. Sources de pollution potentielle au droit du site : activité anthropiques importantes, présence de zones remaniées ainsi que 3 transformateurs toujours existants. Sources de pollution potentielle au voisinage du site : nombreux sites BASIAS et SIS.
Étude vulnérabilité des milieux	Vulnérabilité du site : - Géologie : alluvions sur une dizaine de mètres, reposant sur de la craie. - Hydrologie : La Seine s'écoule à plus de 1,5 km du site. - Hydrogéologie : La nappe alluviale est située vers 5-6 mètres de profondeur. - Espaces Naturels Sensibles : aucun à proximité. Sensibilité du site : Modérée

INVESTIGATIONS	
Milieu sols	25 sondages de sols (notés T1 à T25) ont été menés à 4 m de profondeur. Succession lithologique : remblais anthropiques marron à marron foncé jusqu'à parfois plus de 4 mètres de profondeur, reposant sur les alluvions. Constats organoleptiques observés : présence ponctuelle de couleur noirâtre et de débris. Résultats des analyses : - Sur sol brut : anomalies en métaux et teneurs ponctuelles plus ou moins notables en hydrocarbures ; - Sur éluât : dépassements quasi-diffuse dans les remblais en sulfates et fraction soluble + ponctuellement en antimoine.
Milieu eaux souterraines	Niveau moyen d'eaux souterraines : environ 2-2,5 NGF Constats organoleptiques : aucun Résultats d'analyses : présence ponctuelle de teneurs en hydrocarbures

PURGE DE LA ZONE POLLUÉE
Les résultats d'analyses ont mis en évidence des impacts en hydrocarbures dans les sols (notamment au niveau des sondages T2 et T3). Il est recommandé la réalisation d'investigations complémentaires afin de mieux caractériser et délimiter cette zone impactée. Il y aura ensuite lieu de prévoir une gestion spécifique de ces zones impactées (purge, traitement,…).

RISQUES SANITAIRES
Dans la mesure où des composés potentiellement volatils sont susceptibles de contaminer l'air ambiant du futur sous-sol et des étages supérieurs, nous recommandons de réaliser de mesures sur les gaz du sol afin d'en mesurer le potentiel de dégazage de ces composés. En cas de teneurs notables, nous recommanderons la réalisation d'une Analyses des Risques Résiduels prédictive (ARR) afin de vérifier la compatibilité sanitaire du projet avec l'état des sols. Au niveau des futurs espaces verts, si des terres présentant des anomalies en métaux sont laissées en place, il y aura lieu d'éviter toute possibilité de contact direct prolongé avec ces terres. En accord avec la méthodologie nationale, il peut être envisagé comme simple mesure de gestion afin d'annuler tout risque sanitaire, la réalisation d'un recouvrement par des terres saines (30 cm au minimum) ou par une couche minéralisée (enrobé, dalles béton…). Dans le cas d'apport de terres saines, un grillage avertisseur devra être mis en place afin d'assurer la mémorisation physique. Par ailleurs, au regard des résultats d'analyses qui ont montré la présence d'impacts en eaux souterraines, nous recommandons d'interdire tout usage direct pour les eaux souterraines (alimentation en eau, irrigation...).

GESTION DES DÉBLAIS
Au regard des résultats analytiques, en première approche, le volume non conforme à une prise en charge en ISDI est estimé, pour la création du projet d'aménagement, entre **environ 23 000 et 25 000 m³**.

RECOMMANDATIONS
Nous recommandons d'effectuer des investigations complémentaires : - sur les sols afin de mieux délimiter les impacts et d'optimiser les estimations de déblais non inertes ; - sur la nappe afin de confirmer l'impact relevé au droit de l'ouvrage PZ24 ; - sur les gaz sur les sols, associées à la réalisation d'une ARR afin de confirmer la compatibilité du projet avec l'état du site, notamment au droit de la futur crèche. Dans le cadre de la réhabilitation du site, nous recommandons de faire appel à un Maître d'œuvre spécialisé pour les sites pollués.

2 - MISSION

2.1 CONTEXTE

Dans le cadre d'un projet de construction sur des terrains localisés sur la ZAC de la Pépinière au 36-54 rue Parmentier et au 39-59 rue Gessard à ROUEN (76), la société ALTAREA COGEDIM souhaite connaître l'état de la qualité des milieux au droit de la zone d'étude.

Le projet d'aménagement consiste en la réalisation de 3 ensembles immobiliers de logements en R+7 (Lots A à C), édifié sur un sous-sol à usage de parking. Des espaces verts et des voieries sont également prévus. A noter que le projet prévoit la création d'une crèche, considéré comme un établissement accueillant des populations sensibles au regard de la circulaire du 8 février 2007. Une attention particulière sera à porter sur une éventuelle pollution résiduelle pour le projet.

Dans ce contexte, un état de la qualité des milieux a été réalisé afin d'appréhender l'ensemble des risques lié à une pollution éventuelle des milieux (eau et sol). A noter que l'emplacement de la crèche n'étant pas figée, aucune investigation sur le milieu gaz du sol n'a été réalisée dans cette étude.

2.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE

Au regard du contexte de la demande, SOLER ENVIRONNEMENT a été missionnée pour la réalisation d'un Diagnostic de pollution. Celui-ci doit donc permettre :

- D'analyser les enjeux liés à l'état de pollution du site ;
- De quantifier et caractériser les pollutions ;
- De caractériser les milieux d'expositions.

La présente étude est réalisée en référence à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués mise à jour en Avril 2017. La codification de cette méthodologie est donnée par la série des normes NF 31-620-1 à 5 de Décembre 2018 portant sur les prestations relatives aux sites et sols pollués.

Au regard du contexte de la demande et des objectifs demandés, SOLER ENVIRONNEMENT a réalisé un **Diagnostic de l'État des Milieux** comportant les prestations suivantes :

Prestation globale INFOS comprenant les prestations élémentaires suivantes :

- Visite de site (A100) ;
- Étude historique et mémorielle (A110) ;
- Étude de vulnérabilité (A120) ;
- Élaboration d'un programme prévisionnel d'investigations (A130).

Prestation globale DIAG comprenant les prestations élémentaires suivantes :

- Investigations sur les sols (A200) ;
- Investigations sur les eaux souterraines (A210) ;
- Investigations sur les terres excavées ou à excaver (A260) ;
- Interprétation des résultats des investigations (A270).

*Les prestations normalisées de SOLER ENVIRONNEMENT sont présentées en **annexe 16.***

2.3 LIMITE DE LA MISSION

Cette étude ne constitue pas un Plan de Gestion (prestation PG) ou une Analyse des Enjeux Sanitaires au sens de la prestation A320 de la norme NF X 31-620.

Cette étude ne permet pas :

- De procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses du milieu gaz du sol ;
- De définir des extensions latérales et verticales des pollutions des sols et des eaux souterraines ;
- De chiffrer le coût de la réhabilitation pour permettre la compatibilité des sols avec leur usage futur ;
- D'évaluer les risques sanitaires en fonction des contextes de gestion ;
- De définir des modalités de réhabilitation et d'aménagement d'un site pollué ;
- De supprimer ou, à défaut, maîtriser les sources de pollution et leurs impacts.

3 - ÉTUDE DOCUMENTAIRE

3.1 RECHERCHE DE DOCUMENTS ET VISITE DE SITE

3.1.1 ORGANISMES CONTACTES

DREAL
Unité départementale Rouen-Dieppe
1 rue Dufay
76100 ROUEN

ARS (Agence Régionale de Santé)
Délégation Territoriale de la Seine-Maritime
31 rue Malouet
76100 ROUEN

PRÉFECTURE DE LA SEINE-MARITIME
Service des Installations Classées
7 Place de la Madeleine
76000 ROUEN

ARCHIVES DÉPARTEMENTALES DE LA SEINE-MARITIME
42 rue Henri II Plantagenêt
76100 ROUEN

HÔTEL DE VILLE / SERVICE URBANISME
Immeuble Norwich
14 bis avenue Pasteur
76000 ROUEN

3.1.2 BIBLIOGRAPHIE – DOCUMENTATION DE REFERENCE

Documentation normative

- Norme ISO 18400-202 « *Investigations préliminaires* » (Octobre 2018).

Documentation générale :

- Banque de données du sous-sol – site internet Infoterre, BRGM ;
- Inventaire national des sites et sols pollués, BASOL et SIS ;
- Inventaire national des anciens sites industriels, BASIAS ;
- Site internet Remonter le temps, IGN ;
- Site internet Géorisques ;
- Carte géologique, BRGM ;
- Carte topographique, IGN ;
- Données climatiques (Météo France).

Documentation spécifique :

- Note de prélèvements et analyses – rapport n°2018/06162/CAEN du 30/10/2018 - GÉOTEC ;
- Plan topographique (mai 2013) ;
- Principaux plans du projet d'aménagement (23/10/2020).

3.1.3 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est localisée en zone urbaine, en limite Sud à Sud-Ouest de la commune de ROUEN (76), à proximité de la commune de LE PETIT-QUEVILLY.

Dans un rayon de 100 m, la zone d'étude est délimitée par :
- au Nord, la rue Gessard, puis des pavillons avec des petits jardins ;
- à l'Est, une école élémentaire et maternelle, des espaces verts et un ancien immeuble de logements collectifs, puis la rue Saint-Julien ;
- au Sud, la rue Parmentier, puis des immeubles de logements collectifs ;
- à l'Ouest, des anciens bâtiments de bureaux, puis l'avenue de la Libération.

Le plan de localisation du site est joint en **annexe 1**.

Le site correspond aux parcelles cadastrales n°HY300, n°HY301 et n°HZ504, à la partie Ouest de la parcelle n°IK392 ainsi que la majeure partie des parcelles n°HY361 et n°IK384.

La superficie de la zone d'étude est estimée à environ 23 000 m².

Une visite de site a été réalisée le 24/08/2021. Le site est composé essentiellement d'anciens immeubles de logements collectifs entourés d'espaces verts. En raison des conditions d'accès, les bâtiments n'ont pas pu être visités. Le site est inoccupé, clôturé et surveillé, à l'exception du parking extérieur situé en partie Nord du site. A noter que 3 transformateurs ont été observés de part et d'autre du site.

Photographie prise vers le Sud, à partir du parking extérieur situé en partie Nord du site.

Photographie prise vers le Nord-Ouest, à partir de la rue Parmentier.

La fiche de visite de site, avec plan et les photographies du site, est jointe en **annexe 2**.

3.1.4 SYNTHESE DE L'ETUDE PRECEDENTE

Une étude de sol a été réalisée en octobre 2018 par le Groupe GEOTEC sur la ZAC de la Pépinière (rapport n°2018/06162/CAEN). Cette étude a consisté en la réalisation, le 23/10/2018, de 5 fouilles à la pelle mécanique à 2 mètres de profondeur, notés F1 à F5. Ces sondages ont montré la présence de remblais hétérogènes composés notamment de sables graveleux avec plus ou moins de débris (environ 5 % du volume avec : briques, verres, bétons, gravats, ferrailles, bois, …) et présentant une couleur marron à noire.

Au droit de chaque sondage, il a été réalisé 2 analyses sur brut (métaux, HAP, hydrocarbures C10-C40, BTEX, PCB et COHV). Les résultats de ces analyses montrent des dépassements des valeurs de référence en métaux ainsi que des teneurs relativement faibles en HAP, PCB et en hydrocarbures C10-C40.

Le plan de localisation des fouilles est joint en **annexe 3**. A noter que d'après ce plan, seul le sondage F2 est localisé à l'intérieur de notre zone d'étude. La coupe lithologique de ce sondage est également fournie en **annexe 3**.

3.1.5 ÉTUDE HISTORIQUE ET MEMORIELLE, NATURE DES ACTIVITES

Ce chapitre a pour but de lister les différentes occupations du site et de déterminer la présence ou non d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sur le site. Les recherches ont été effectuées auprès de l'Institut Géographique National (IGN), de la Mairie de ROUEN, des Archives Départementales et de la Préfecture de la SEINE MARITIME, ainsi que sur les bases de données BASIAS, BASOL et SIS.

a - Informations recueillies sur site / enquête mémorielle

Aucune information n'a pu être obtenue sur site.

b - Consultation des photographies aériennes de l'IGN

La consultation des clichés aériens de l'IGN nous a permis de reconstituer un historique partiel de la zone d'étude en remontant jusqu'en 1937. Le tableau ci-après présente les clichés consultés et les informations récoltées.

Tableau n° 1 : Liste des clichés consultés

Année	Mission - Clichés	Description du site	Milieu environnant
1937	NP3R6_3006	Présence de nombreuses constructions pouvant être assimilées à des pavillons avec jardins. Une zone remaniée est présente en partie centrale.	Zone urbanisée, essentiellement pavillonnaires avec ponctuellement quelques entrepôts
1944	106G2323_4008	Absence d'évolution notable	Est : présence de bâtiments industriels
1947	CDP2380_0188	Ouest et Sud : destruction de pavillons Centre : présence d'une zone rectangulaire en chantier avec de nombreux dépôts	Absence d'évolution notable
1956	CDP1139_1142	Ouest : présence d'une zone remaniée. Centre : zone rectangulaire sans activité	Sud : présence de quelques nouveaux pavillons
1961	FR330_0025	Sud : présence de nouveau bâtiment de logements	Absence d'évolution notable
1965	FR941_0025	Ouest : présence d'un nouveau bâtiment industriel + de nombreux dépôts et stockages (casse automobile ?).	Ouest : aménagement d'un axe routier (avenue de la Libération).
1972	CPD7358_2140	Site en majorité démoli à l'exception de l'activité de « casse automobile ? »	Destruction de nombreux bâtiments tout autour de la zone d'étude, dont l'activité industrielle située à l'Est
1977	CDP8350_1189	Site reconstruit avec les 8 immeubles de logements collectifs, associés à des espaces verts.	Est : apparition des écoles actuellement présentes. Sud : apparition des immeubles de logements collectifs actuels. Ouest : apparition des bâtiments (de bureaux ?)
1995	FR8697_0028	Absence d'évolution notable	Sud-Ouest : apparition d'un grand entrepôt
2000	FD27_0772	Absence d'évolution notable	Sud-Ouest : disparition du grand entrepôt
2002	Fr9082_125_c_0509	Ouest : disparition d'un immeuble de logements collectifs	Sud-Ouest : apparition de logements collectifs
2008	GOOGLE EARTH	Absence d'évolution notable	Est : disparition d'un immeuble de logements collectifs Nord-Ouest : le bâtiment de bureaux a été remplacé
2020	GOOGLE EARTH	Absence d'évolution notable	Absence d'évolution notable

<u>Résumé de l'évolution du site et de son environnement</u> :

Le site présente depuis la fin des années 30', les évolutions marquantes suivantes :

- en 1937, la zone d'étude se compose essentiellement d'habitations à priori individuelles ainsi qu'une zone centrale plus ou moins remaniée ;
- entre 1947 et 1956, l'apparition d'une zone remaniée en partie Ouest et l'absence d'activité sur la zone centrale ;
- dans les années 60', la partie Ouest remaniée correspondrait à une activité pouvant ressembler à « une casse automobile » ;
- entre 1965 et 1972, la destruction de la majorité des habitations (parties Nord, Sud et Ouest) ;
- entre 1972 et 1977, la disparition de l'activité supposée de « casse automobile » et l'apparition sur l'ensemble de la zone d'étude d'immeubles de logements collectifs, entourés d'espaces verts ;
- entre 2000 et 2002, la disparition d'un immeuble de logements collectifs en limite Ouest.

L'environnement du site correspond dans les années 30' à une dominance urbaine avec essentiellement des habitations et une industrie importante au Nord-Est. On notera les évolutions suivantes :

- dans les années 60', en partie Ouest, la création d'un nouvel axe routier (l'avenue de la Libération) ;
- entre 1965 et 1972, en partie Nord-Est : la disparition de l'activité industrielle, et en partie Sud à Ouest : la disparition de la plupart des habitations ;
- entre 1972 et 1977, en partie Nord-Est : l'apparition de nouveaux bâtiments (écoles élémentaire et maternelle), en partie Sud : l'apparition d'immeubles de logements collectifs, et en partie Ouest : l'apparition des bâtiments de bureaux ;
- entre 2002 et 2008, en limite Est, la disparition d'un immeuble collectifs.

Une sélection de photographies aériennes est jointe en **annexe 4**.

La photographie aérienne ci-après datant de 1965 montre la localisation :
- en partie rouge de la zone d'étude approximative ;
- en partie verte d'une activité ressemblant à une casse automobile avec de nombreux dépôts et remaniements ;
- en partie orange de la zone centrale ayant subie plusieurs remaniements.

c - Mairie (Service urbanisme et archives)

Une demande d'informations a été envoyée à la Mairie de ROUEN le 30/07/2021 afin de connaître l'existence de permis de construire ou de démolir au droit de notre zone d'étude.

Le service de l'urbanisme nous a informé disposer de 3 dossiers à l'adresse de la zone d'étude. Une consultation de ces dossiers a été effectuée le 16/09/2021. La synthèse historique de ces dossiers est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau n° 2 : Synthèse historique des dossiers consultés à la Mairie

Dossiers	Date	Document	Objet
2T13707 (rue Parmentier et rue Gessard)	01/09/1972	Permis de construire n°PC72-274	Construction d'un ensemble immobilier de 356 logements sur 4 bâtiments (A à D). L'instruction du permis a été suspendu.
2T13905 (rue Parmentier et rue Gessard) – Hors zone d'étude	22/12/1972	Plan de masse	Localisation du silo à voitures ainsi que des immeubles de logements collectifs Les Pépinières (bâtiments a à k).
	07/03/1973	Permis de construire n°PC73-88/67.467	Construction d'un silo à voitures. Permis délivré le 09/10/1973.
645W16 (36-54 rue Parmentier, 39-59 rue Gessard et 190 rue St Julien)	26/06/2013	Permis de démolir n°PD765401360016 de Rouen Habitat	Démolition totale sur un terrain situé au 36-54 rue Parmentier, 39-59 rue Gessard et 190 rue St Julien, comportant 544 logements.
	26/06/2013	Récépissé du dépôt du Permis de démolir n°PD765401360016	
	26/12/2013	Arrêté du Permis de démolir n°PD765401360016	Le présent permis de démolir est délivré.
	16/09/2016	Lettre de Rouen Habitat	Demande de prorogation de la démolition du Groupe Les Pépinières, suite de la complexité des études de démolitions et des opérations de relogements.
	06/12/2016	Arrêté de la Mairie	Autorisation de prorogation du Permis de démolir concernant la démolition totale du site.
	Non daté	Plan de masse	Les pépinières (bâtiments A à J, excepté E et I). D'après ce plan, il manque 2 immeubles par rapport au plan précédent.

D'après ces documents, il peut être retenu que la création des immeubles collectifs de la zone d'étude a été réalisé vers le début des années 70' et qu'un permis de démolir de la zone d'étude est présent depuis fin 2013, mais qu'en raison de la complexité des études de démolition, la destruction des bâtiments est toujours en attente.

Les principaux documents consultés sont joints en **annexe 5**.

d - Consultations des bases de données BASIAS / BASOL / SIS / ARIA / KELRISKS

BASIAS

La base de données BASIAS répertorie les sites et anciens sites industriels et activités de service.
Aucune installation potentiellement polluante n'est recensée sur les bases de données BASIAS au droit du site à l'étude.

BASOL

La base de données BASOL regroupe les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.
Aucune installation potentiellement polluante n'est recensée sur les bases de données BASOL au droit du site à l'étude.

SIS

Les secteurs d'information sur les sols (SIS) sont les terrains où l'État a connaissance d'une pollution des sols justifiant, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en place de mesures de gestion de la pollution pour préserver la santé et l'environnement.
La zone d'étude n'est pas intégrée à un SIS.

ARIA

La base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) répertorie les incidents ou accidents qui ont, ou auraient, pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques ou à l'environnement.

D'après la base de données, une trentaine d'incidents ont eu lieu sur la commune de Rouen. Cependant, aucun ne serait lié à la zone d'étude.

KELRISKS

La base de données KELRISKS répertorie à partir des parcelles cadastrales, les installations BASIAS, BASOL, les zones SIS et les ICPE.

D'après la base de données, aucune installation ou site polluant n'a été retrouvé.

e - Préfecture et DREAL

Une demande d'informations a été envoyée à la Préfecture de la SEINE-MARITIME le 30/07/2021 afin d'obtenir des informations sur l'existence potentielle d'une ICPE au droit du site à l'étude.

Par courrier en date du 17/09/2021, l'unité départementale Rouen-Dieppe de la DREAL nous informe d'une exploitation d'une station-service au 180 rue Saint-Julien, soit à environ 200 mètres à l'Est de la zone d'étude.

Au regard de sa localisation, il peut être considéré que ce site industriel représente peu de risque de contaminer notre zone d'étude.

f - Archives Départementales

Une demande d'informations a été envoyée aux Archives Départementales de la SEINE-MARITIME le 30/07/2021 afin d'obtenir des informations sur l'existence potentielle d'une ICPE au droit du site à l'étude.

Par entretien téléphonique en date du 24/08/2021, les archives nous informent qu'aucun dossier ICPE n'a été retrouvé à l'adresse du site à l'étude.

3.1.6 SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

a - Sources potentielles de pollution sur le site

En première approche, d'après les informations recueillies lors de l'étude historique, aucune installation classée pour la protection de l'environnement ou site potentiellement pollué n'ont été recensés au droit du site.

Par ailleurs, d'après les informations recueillies lors de la visite de site et de l'étude historique, il peut être considéré que les 3 transformateurs situés au droit de la zone d'étude (au Nord-Ouest, Au Nord-Est et au Sud-Ouest) et construits entre 1972 et 1977, pourraient éventuellement contenir des PCB. Ils représenteraient ainsi des sources potentielles de pollution.

De plus, au regard de la présence d'une activité anthropique notable sur le site avec la présence de nombreuses habitations individuelles avant les années 70', d'une potentielle « casse automobile en partie Ouest entre les années 60'à 70' ainsi que des zones remaniées en partie centrale, des remblais contenants d'éventuelles anomalies ou éléments polluants sont susceptibles d'être présents.

Le plan de localisation des sources potentielles de pollution est présenté en **annexe 6**.

b - Autres sources potentielles de pollution (sites voisins)

Base de données BASIAS :

La base de données BASIAS recense une vingtaine d'activités artisanales ou industrielles dans un rayon de 500 m autour du site à l'étude. Celles-ci sont susceptibles d'avoir ou d'avoir eu une influence sur notre zone d'étude dans le cas d'une contamination des sols et/ou de la nappe. Les installations ou activités potentiellement polluantes à proximité du site sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau n° 3 : Installations potentiellement polluantes à proximité du site d'étude

N° BASIAS	Commune	Raison sociale	Activites	Date de début	Date de fin	Distance au site (m)	Dir.
HNO7602585	ROUEN	STATION SERVICE SAINT JULIEN	station service	01/01/1111	Activité terminée	91	SE
HNO7602654	ROUEN	MARCHAU (Mme)	Chaudronnerie, tonnellerie;Production de combustibles gazeux	01/01/1111	Activité terminée	226	SO
HNO7602655	ROUEN	GEORGES BOBET ET CIE	Fabrication de caoutchouc synthétique ; D.I.S.; D.L.I.	01/01/1111	Activité terminée	241	SO
HNO7601496	LE PETIT-QUEVILLY	GASLY (STE NELLE DES ETS)	Blanchisserie-teinturerie	31/03/1909	En activité	273	O
HNO7600227	ROUEN	BRUNET ET FILS	Ennoblissement textile (teinture, impression,...)	17/11/1927	Activité terminée	278	NE
HNO7602629	ROUEN	JER'ME ET CIE SARL	Démantèlement d'épaves, (ferrailleur, casse auto...)	01/01/1111	Activité terminée	336	N
HNO7602460	ROUEN	SPEEDY / ex station service Faitres	station service	22/09/1938	En activité	340	E
HNO7602646	ROUEN	SEFEC / ex SA rouennaise de cirages	Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien; D.L.I.	01/01/1111	01/01/1966	356	NE
HNO7601483	LE PETIT-QUEVILLY		station service	06/07/1956	Activité terminée	388	NO
HNO7602459	ROUEN	CILLIARD P.	Dépot de liquides inflammables (D.L.I.)	01/01/1111	Ne sait pas	392	NE
HNO7602628	ROUEN	ASPHALTEURS FRANCAIS	Fabrication, fusion, dépots de goudron, bitume, asphalte, brai	01/01/1111	Activité terminée	399	N
HNO7601500	LE PETIT-QUEVILLY	BLANC TEINT SA / ex Blanchisserie	Blanchisserie-teinturerie	01/01/1111	Activité terminée	404	O
HNO7601484	LE PETIT-QUEVILLY	TEINTURERIE LETOURNEUR STE	station service ; Blanchisserie-teinturerie	08/04/1952	Activité terminée	411	NO
HNO7602379	ROUEN	NICOLLE B.	Dépot de liquides inflammables (D.L.I.)	01/01/1111	Activité terminée	411	NE
HNO7602651	ROUEN	REGIS (STE)	Garages, ateliers, mécanique et soudure; stockage de gaz	01/01/1111	Ne sait pas	421	N
HNO7604990	ROUEN	CARROSSERIE JEAN RONDEAUX	carrosserie	01/01/1111	En activité	421	N
HNO7601501	LE PETIT-QUEVILLY	ADREM-DUCLOY TRANSMISSIONS	Traitement des métaux, peintures ; réparation de moteurs	01/01/1111	En activité	422	NO
HNO7601518	LE PETIT-QUEVILLY	BONNEFOND / ex station service	station service	01/01/1111	En activité	434	SO
HNO7601447	LE PETIT-QUEVILLY	HEMICHARD EMILE	Chaudronnerie, tonnellerie ; distribution de combustibles gazeux	15/12/1930	Activité terminée	441	E

Base de données BASOL et Secteurs d'information sur les sols (SIS) :

Les bases de données BASOL et SIS recensent cinq sites pollués dans un rayon de 500 m autour du site à l'étude. Ceux-ci sont susceptibles d'entrainer une contamination des sols et/ou de la nappe pouvant avoir ou avoir eu une influence sur notre zone d'étude. Ces sites sont présentés dans le tableau ci-après et leurs fiches détaillées sont jointes en **annexe 7**.

Tableau n° 4 : Synthèse historique des dossiers consultés à la Mairie

Identifiant (Adresse)	Localisation par rapport à la zone d'étude	Objet
76SIS07356 (82 rue des limites – LE PETIT QUEVILLY)	Environ 250 mètres à l'Ouest	Cet ancien établissement de blanchisserie nommé Gasly a engendré une pollution de type métallique et solvants halogénés dans les sols et les eaux souterraines. L'Analyse des Risques Résiduels a recommandé d'assurer la mise en place d'un recouvrement de l'ensemble du site par une servitude règlementaire. Le site a depuis été réhabilité pour un usage résidentiel collectif et commercial. Superficie : 19 339 m².
76SIS06992 (rue Saint Julien – ROUEN)	Environ 300 mètres au Sud-Ouest	Il a été mis en évidence la présence sur les sols notamment des métaux, du naphtalène et des hydrocarbures (HAP et C10-C40). Superficie : 6 073 m².
76SIS07009 (Place des Chartreux – LE PETIT QUEVILLY)	Environ 350 mètres au Sud-Ouest	Il a été mis en évidence la présence sur les sols notamment d'un impact en HAP. Superficie : 22 810 m².
76SIS06993 (rue Chanzy – ROUEN)	Environ 350 mètres au Sud	Le site a accueilli la caserne Richepanse. Le diagnostic de l'état des sols a mis en évidence la présence d'impacts en PCB et en hydrocarbures (C10-C40 et benzoapyrène). Superficie : 7 079 m².
76SIS07008 (Place des Chartreux – LE PETIT QUEVILLY)	Environ 400 mètres au Sud-Ouest	Ancienne station de tramway construite sur les lots A2/A3 place des chartreux. Les investigations effectuées ont notamment montré la présence d'hydrocarbures sur les sols (HAP et C10-C40). Des travaux de dépollution ont été effectués dans le cadre de la construction des logements. Superficie : 20 966 m².

3.2 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

3.2.1 TOPOGRAPHIE

D'après la carte IGN, le site étudié se trouve dans un contexte de plaine alluviale au niveau d'un méandre de la Seine, à une cote d'environ 6 NGF à l'Est et 9 NGF à l'Ouest.

La localisation de la zone d'étude en coordonnées Lambert II étendu est la suivante :

X : 508 150 m
Y : 2 492 800 m

3.2.2 METEOROLOGIE

La Normandie se trouve sous influence océanique avec des vents dominants venant de l'Ouest. D'après les mesures effectuées par la station météorologique de Rouen-Boos (Données : Météo France), les normales annuelles pour la zone d'étude sont les suivantes :

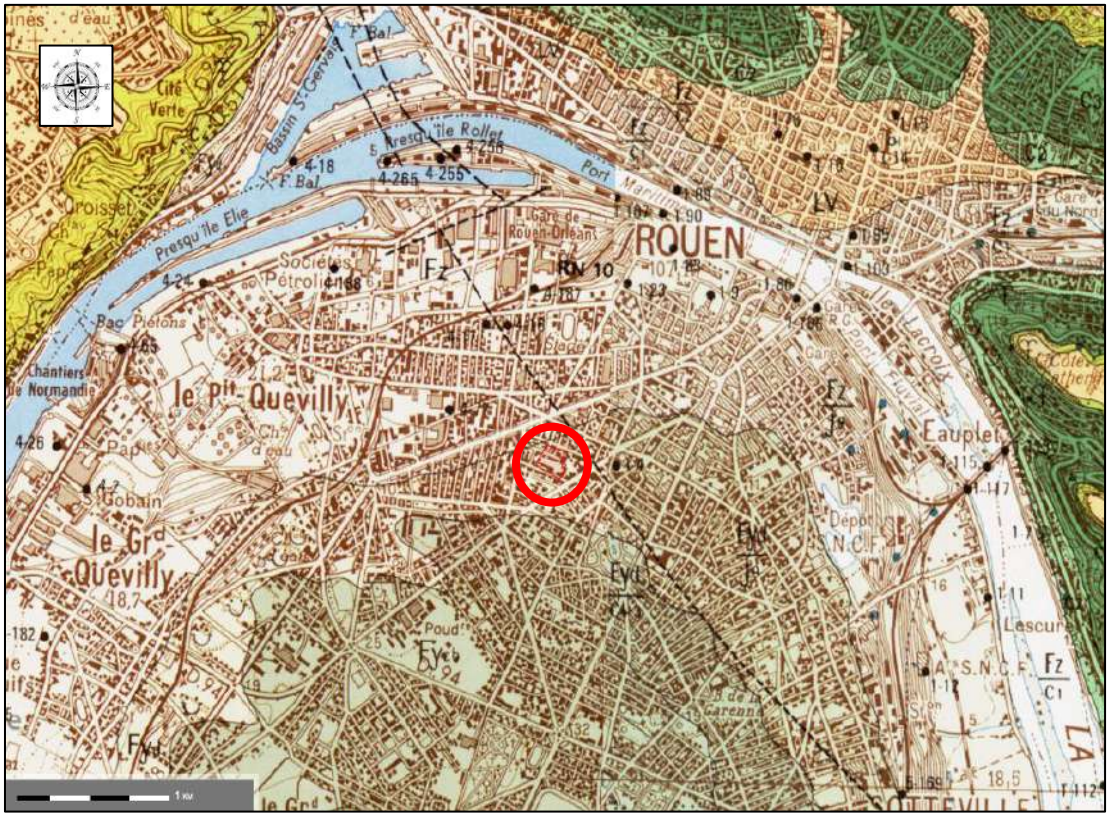
Tableau n° 5 : Contexte météorologique régional (Station de Rouen-Boos)

Température minimale (°C)	Température maximale (°C)	Pluviométrie : hauteur des précipitations (mm)
6,69	14,44	877 mm

3.2.3 GEOLOGIE

D'après les informations fournies par le BRGM et la carte géologique n° 99 de ROUEN-OUEST au 1/50 000ème, la succession géologique théoriquement présente au droit du site à l'étude, sous d'éventuels remblais, est la suivante :

- Les alluvions anciennes sur une dizaine de mètres (Fyd) ;
- La craie du cénomanien sur plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur.



Source : Infoterre

La base de données INFOTERRE du BRGM nous a permis de recenser un forage référencé sous le numéro BSS000GNHR à environ 250 mètres au Nord-Est de la zone d'étude, avec une cote de 8 NGF et un niveau d'eau à environ 7,5 mètres de profondeur. Sa coupe lithologique est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau n° 6 : Coupe lithologique du forage BSS000GNHR – Source : BRGM

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,8 m	ALLUV: SABLE, LIMONEUX	QUATERNAIRE
De 0,8 à 1,6 m	ALLUV: SABLE, A-GRAVIERS	QUATERNAIRE
De 1,6 à 7,5 m	ALLUV: CAILLOUTIS, SABLEUX	QUATERNAIRE
De 7,5 à 11,3 m	ALLUV: SABLE, MOYEN	QUATERNAIRE
De 11,3 à 13,5 m	CRAIE, GLAUCONIEUX	CENOMANIEN

3.2.4 HYDROLOGIE

La zone d'étude est localisée sur la rive gauche de Rouen, dans un méandre de la Seine, à environ 1,6 km au Sud, à environ 2,7 km à l'Ouest et à environ 3,2 km à l'Est.

Au regard de la localisation de La Seine par rapport au site, celle-ci est peu susceptible d'être impactée par l'activité du site.

La commune de ROUEN est concernée par un Plan de Prévention des Risques d'Inondation en cours d'approbation.

3.2.5 HYDROGEOLOGIE

D'après les informations fournies par la carte hydrogéologique, les données d'Infoterre ainsi que les données mesurées sur site, la première nappe d'eaux souterraines susceptible d'être rencontrée est la nappe des alluvions de la Seine. Elle se situe vers 5 à 6 mètres de profondeur par rapport à la surface du sol, soit à une cote d'environ 1 à 2 NGF.

Des circulations, des rétentions ou des poches d'eau ne sont pas à exclure dans les terrains superficiels et notamment dans les remblais. Ces rétentions sont tributaires des infiltrations et des aléas climatiques.

a - Captages AEP

Une demande d'informations a été transmise à l'Agence Régionale de Santé. D'après le site internet, aucun captage d'eau, ni périmètres de protection n'ont été observé sur et à proximité du site sur un rayon de 3 km.

D'après la base de données du BRGM, plusieurs captages sensibles (notamment l'alimentation en Eau Destinée à la Consommation Humaine) sont situés dans un rayon de 3 km autour de la zone d'étude. Leurs références et leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau n° 7 : Caractéristiques des captages sensibles à proximité du site

Référence	Commune	Nature	Prof.	Z sol	Utilisation	Cote eau (m NGF)	Distance au site (m)	Dir.
00994T0066	GRAND QUEVILLY	FORAGE	40,8	22,65	AEP,EAU-SERVICE-PUBLIC.	-	2687,32	SO
00994T0067	GRAND QUEVILLY	FORAGE	45	23,34	AEP,EAU-SERVICE-PUBLIC.	-	2692,676	SO
00994T0061	GRAND QUEVILLY	FORAGE	12,5	4,61	EAU-DOMESTIQUE.	-	2818	O
01001X0675	BONSECOURS	SOURCE		15,5	AEP.	-	2932,36	E

Au regard de leur localisation par rapport au site, ceux-ci sont peu susceptibles d'être impactés par l'activité du site.

b - Autres captages

L'étude de la base de données Infoterre du BRGM sur l'utilisation de l'eau souterraine a montré la présence d'autres captages à proximité rapprochée de la zone d'étude (500 mètres). Leurs références et leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau n° 8 : Caractéristiques des captages à proximité du site

Référence	Commune	Nature	Prof.	Z sol	Utilisation	Prof. eau (m)	Cote eau (m NGF)	Date eau	Distance au site (m)	Dir.
00994X0207	ROUEN	PUITS	8	5	EAU-ASPERSION.		-		113	NE
00994X0205	ROUEN	FORAGE	14,4	7,5	EAU-INDUSTRIELLE.		-		255	SO
01001R0004	ROUEN	FORAGE	13,7	10		7,2	3	01/01/1961	462	E

Au regard de leur localisation par rapport au site, ceux-ci pourraient être susceptibles d'être impactés par l'activité du site.

c - Ouvrages de surveillance

Lors de notre intervention, un piézomètre a été retrouvé en limite Ouest de la zone d'étude. Cet ouvrage indique un niveau d'eau vers 6 mètres de profondeur.

3.2.6 ESPACES NATURELS SENSIBLES

D'après les informations fournies par la DREAL de Normandie, la zone d'étude ne se trouve pas dans les périmètres de protection d'espaces naturels sensibles, ni dans un rayon de 1 km.

3.3 VULNERABILITE DU SITE A LA POLLUTION

3.3.1 VULNERABILITE

L'étude de vulnérabilité à la pollution permet d'identifier les facteurs favorisant ou limitant les transferts des éventuelles pollutions. Les paramètres pris en compte sont la nature des sols et la présence d'eaux souterraines ou de surface (vecteurs potentiels).

Vulnérabilité vis-à-vis des sols :
La géologie théorique au droit du site correspond à des terrains de types alluvions reposant sur de la Craie. Le transfert d'une pollution potentielle à travers ces sols paraît donc possible.

Vulnérabilité vis-à-vis des eaux souterraines :
La nappe a été rencontrée à environ 5-6 m de profondeur au droit de la zone d'étude. Les eaux souterraines sont donc susceptibles d'être touchées par une pollution potentielle (provenant du site ou de l'extérieur du site).

Vulnérabilité vis-à-vis des eaux superficielles :
Le site à l'étude est localisé à plus d'1 km du premier cours d'eau. Au regard de cette distance, les eaux superficielles sont donc peu susceptibles d'être impactées par une éventuelle pollution en provenance du site.

Au regard de la nature des sols (perméable) et du contexte hydrogéologique du terrain (nappe peu profonde), **la vulnérabilité du site à la pollution est forte**.

3.3.2 SENSIBILITE

La sensibilité d'un site est définie à partir de sa vulnérabilité (identification du contexte géologique et hydrologique, favorisant ou limitant les transferts d'une pollution potentielle) et de la présence ou non de sources potentielles de pollution sur le site.

D'après la visite de site, il a été observé la présence de plusieurs transformateurs pouvant éventuellement contenir des PCB.

D'après l'étude historique, une activité anthropique notable a été mise en évidence depuis les années 30', avec la présence de nombreuses habitations individuelles, d'une potentielle « casse automobile en partie Ouest ainsi que des zones remaniées. Ainsi, des remblais contenants d'éventuelles anomalies ou éléments polluants sont susceptibles d'être présents sur la zone d'étude.

Au regard des voies de transfert présentes et des sources potentielles de pollution mises en évidence, **la sensibilité environnementale du site à la pollution est modérée**.

3.4 SCHEMA CONCEPTUEL

Le projet de réaménagement envisage la réalisation d'un ensemble immobilier de logements sur un niveau de sous-sol à usage de parking ainsi que des zones d'espaces verts en pleine terre.

Au regard de l'étude historique, l'établissement du schéma conceptuel doit permettre de présenter sous forme graphique, un état prévisionnel de l'état de pollution des milieux et des voies d'exposition potentielles aux pollutions susceptibles d'être présentes.

Un site ou un milieu pollué présente **un risque sanitaire** pour les usagers du site seulement si les trois éléments suivants sont présents simultanément :

- La présence d'une ou des **sources de pollution** mobilisables ;
- La présence de **voies de transfert** par l'intermédiaire des sols, des eaux, des gaz ;
- La présence de **populations cibles (voie d'exposition)** et/ou de ressources à protéger.

Le schéma conceptuel doit, d'une manière générale, permettre de préciser l'existence et les relations entre ces trois facteurs.

Les données recueillies à partir de l'étude documentaire permettent de retenir les informations suivantes :

Sources potentielles de pollutions :
La zone d'étude ayant fait l'objet d'une activités anthropique notable, de plusieurs remaniements des sols, des remblais contenants d'éventuelles anomalies ou éléments polluants sont ainsi susceptibles d'être présents. De plus, plusieurs transformateurs datant des années 70' sont toujours présents au droit de la zone d'étude.

Voies de transfert :

- La voie de transfert **via les sols** peut être retenue en raison de la perméabilité des sols et de la présence d'éventuels remblais pollués, pouvant probablement se diffuser en profondeur ;
- La voie de transfert par migration **via les eaux souterraines** est retenue au regard de la profondeur de la nappe au droit du site ;
- La voie de transfert **via les gaz du sol** peut être retenue en raison de la présence d'éventuels composés volatils dans les sols.

Cibles (Voies d'exposition) :

En l'état actuel, le site étant fermé, aucune cible n'a été considérée. Cependant, il peut être retenu les **voies d'expositions** potentielles suivantes en cas d'éventuelle présence de cibles (occupation illégale, …) :

- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct prolongé avec les sols peut être retenue dans la mesure où les espaces verts présents peuvent contenir des éléments polluants ;
- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct avec les eaux souterraines n'est pas retenue. Aucun usage direct pour les eaux souterraines n'est envisagé (alimentation en eau, irrigation...). Les voies d'exposition par contact cutané et ingestion d'eau souterraine ne seront donc pas considérées ;
- La voie d'exposition par inhalation peut être retenue au regard de la présence d'éventuels composés volatils dans les sols et/ou dans la nappe phréatique.

En phase projet, les cibles seront les futurs résidents du site à l'intérieur des logements, à l'extérieur au droit des espaces verts.
Les **voies d'exposition** potentielles des cibles su site sont présentées ci-dessous :

- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct prolongé avec les sols peut être retenue, en cas d'absence de recouvrement des espaces verts potentiellement pollués ;
- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct avec les eaux souterraines ne sera pas retenue. Aucun usage direct pour les eaux souterraines n'est envisagé (alimentation en eau, irrigation...). Les voies d'exposition par contact cutané et ingestion d'eau souterraine ne seront donc pas considérées ;
- La voie d'exposition par inhalation peut être retenue en raison de la présence d'éventuels composés volatils dans les sols et/ou dans la nappe phréatique.

Le schéma conceptuel présenté ci-après permet d'illustrer les voies d'exposition possibles en fonction des voies de transfert possibles des polluants potentiellement présents sur les différents milieux existant sur le site. Il s'agit d'un schéma conceptuel établi selon l'état des connaissances actuelles du site. Ce schéma pourra être modifié en fonction de l'acquisition de nouvelles informations.

Schéma conceptuel : Etat initial
Anciens immeubles collectifs et espaces verts

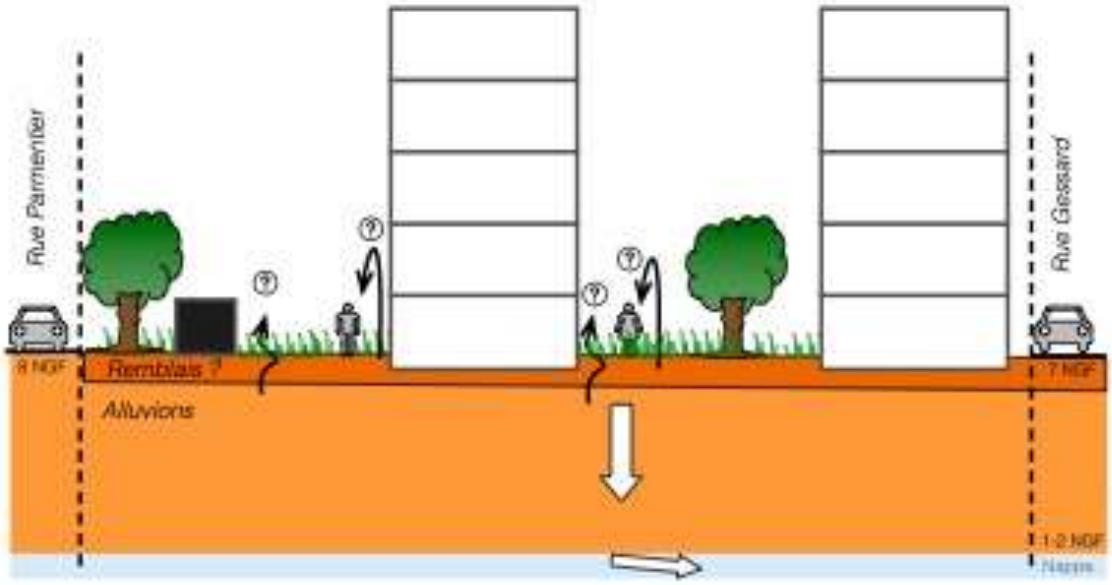
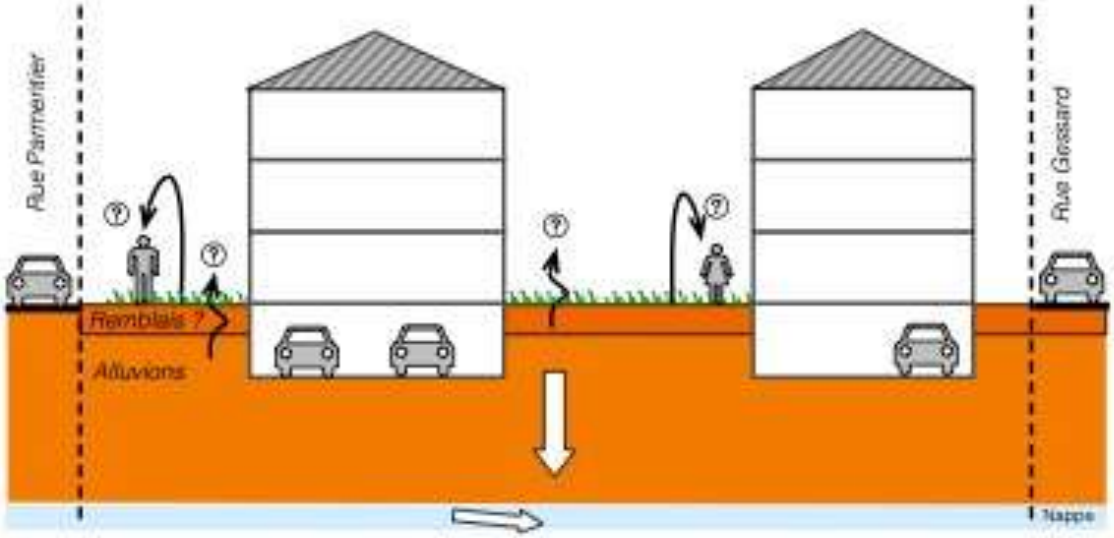


Schéma conceptuel : Etat projet
Logements collectifs



Légende :

Sources potentielle de pollutions :

- Présence supposée de remblais
- Transformateur

Voies d'exposition/transfert :

- Possibilité d'ingestion et contact
- Possibilité de volatilisation et inhalation
- Possibilité de migration vers la nappe
- Absence de transfert d'exposition

3.5 CONCLUSION DE L'ETUDE DOCUMENTAIRE

Le site est composé essentiellement d'anciens immeubles de logements collectifs inaccessibles, entourés d'espaces verts. Le site est inoccupé, clôturé et surveillé, à l'exception du parking extérieur situé en partie Nord du site. A noter que 3 transformateurs ont été observés de part et d'autre du site.

D'après l'étude historique, à la fin des années 30', le site comporte essentiellement des habitations à priori individuelles. Les évolutions marquantes suivantes ont ensuite été observées :

- vers les années 50' et 60', l'apparition d'une zone remaniée en partie Ouest qui correspondrait à une activité pouvant ressembler à « une casse automobile » ;
- à la fin des années 60', la destruction de la majorité des habitations (parties Nord, Sud et Ouest) ;
- au début des années 70', la disparition de l'activité supposée de « casse automobile » et l'apparition sur l'ensemble de la zone d'étude d'immeubles de logements collectifs, entourés d'espaces verts.

D'après les informations recueillies lors de l'étude historique, aucune installation classée pour la protection de l'environnement ou site potentiellement pollué n'ont été recensés au droit du site.

La zone d'étude ayant fait l'objet d'activités anthropiques notables, avec notamment plusieurs remaniements des sols, des remblais contenants d'éventuelles anomalies ou éléments polluants sont ainsi susceptibles d'être présents. De plus, plusieurs transformateurs datant des années 70' sont toujours présents au droit de la zone d'étude.

Le tableau suivant résume les différents vecteurs et sources potentielles de pollution identifiés au droit de la zone d'étude pour en déduire la vulnérabilité et la sensibilité au droit du site :

Vecteurs			**Sources potentielles de pollution**		
Sols	Eaux souterraines	Eaux superficielles	Sur le site	Historique	À proximité
Perméables	Nappe peu profonde	Éloignées	Transformateurs	Remblais anthropiques	Nombreux sites BASIAS et SIS
Vulnérabilité forte					

Sensibilité modérée

Au regard du projet d'aménagement, de la demande du client et des conclusions de l'étude documentaire, une campagne de prélèvements ciblée dans les sols et les eaux souterraines a été programmée. Cette campagne consiste en la réalisation, suivant un maillage d'environ 30 par 30 mètres, de 25 sondages de sol à 4 mètres de profondeur ainsi qu'au prélèvement des 6 ouvrages piézométriques posés dans le cadre de l'étude géotechnique.

4 - INVESTIGATIONS

4.1 PREPARATION DE L'INTERVENTION

Le décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011, modifié par le décret n° 2014-627 du 17 juin 2014, relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques, de transport ou de distribution, vise à réduire les dommages causés aux réseaux lors de travaux effectués dans leur voisinage et à prévenir leurs conséquences néfastes pour la sécurité des personnes et des biens, la protection de l'environnement et la continuité des services aux usagers de ces réseaux.

Le décret fixe les règles de déclaration préalables aux travaux, applicables au maître d'ouvrage (déclaration de projet de travaux, **DT**) et à l'exécutant des travaux (déclaration d'intention de commencement de travaux, **DICT**).

Avant d'effectuer des travaux de forage à proximité de réseaux enterrés et canalisations, SOLER ENVIRONNEMENT a adressé une demande de renseignements aux exploitants au moins 15 jours avant le début des travaux.

L'implantation des sondages a été effectuée en fonction des plans fournis par les différents concessionnaires, du repérage visuel des réseaux identifiés in situ (regards, tampons) et de l'utilisation d'un détecteur de réseau.

4.2 INVESTIGATIONS SUR LES SOLS

4.2.1 METHODOLOGIE

Le projet de réaménagement envisage la réalisation d'un ensemble immobilier de logements sur un niveau de sous-sol à usage de parking ainsi que des zones d'espaces verts en pleine terre.

Une campagne d'investigations sur les sols a été réalisée en fonction des accès au site du 25 au 26 août 2021.

Les prélèvements de sol ont été réalisés, sous pilotage de SOLER ENVIRONNEMENT, à la tarière mécanique de l'entreprise de forage FONDASOL, mise à disposition par le maitre d'ouvrage.

Ces investigations sur site ont été réalisées en référence aux normes suivantes :
- ISO 18400-102 « *Choix et application des techniques d'échantillonnage* » (Décembre 2017) ;
- ISO 18400-104 « *Échantillonnage - Stratégie* » (Octobre 2018) ;
- ISO 18400-203, « *Investigation des sites potentiellement contaminés* » (Octobre 2018).

La position des sondages a été définie :
- En fonction des activités potentiellement polluantes identifiées sur et à proximité directe du site ;
- En fonction des possibilités d'accès de la machine de forage. Il n'a ainsi pas été réalisé de sondage à l'intérieur des bâtiments ;
- En fonction de la position supposée des réseaux enterrés ;
- En fonction de l'implantation des zones du projet qui feront l'objet d'excavations (sous-sol, mise à niveau du site, fondations, bassins enterrés…).

Dans l'objectif de caractériser les futurs déblais, la zone d'étude a été quadrillée selon un maillage de 30 par 30 mètres. Ainsi, 25 sondages ont été répartis sur le site, d'une superficie d'environ 23 000 m².

La stratégie d'investigations est présentée dans le tableau suivant :

Tableau n° 9 : Stratégie d'investigations

Projet	Nombre de sondages	Profondeur des sondages
Ensemble immobilier sur 1 sous-sol	25 sondages (T1 à T25)	4 m

A noter que pour des mesures de sécurité, aucun sondage n'a été effectué au doit des transformateurs existants.

Le plan d'implantation des sondages est présenté en **annexe 8**. La position des sondages a été relevée à l'aide d'un GPS (X, Y). Les coordonnées ont été reportées sur les coupes descriptives placées en **annexe 9**.

4.2.2 LITHOLOGIE

Le relevé des coupes lithologiques, le prélèvement d'échantillons et leur conditionnement ont été réalisés sur site par un technicien de SOLER ENVIRONNEMENT, selon la lithologie présente ou à défaut par mètre linéaire. Chaque sondage a fait l'objet de l'établissement d'une fiche de prélèvement. Les coupes descriptives sont présentées en **annexe 9**.

Au cours des investigations, les formations suivantes ont été rencontrées :

- Remblais anthropiques : sables graveleux à limoneux ou argileux (marron clair à marron foncé ou noir), avec plus ou moins de débris (briques, blocs, silex, verres, mâchefers, …), sur minimum 1 mètre à plus de 4 m de profondeur ;
- Sables graveleux (beige), avec plus ou moins de silex, jusqu'à plus de 4 mètres de profondeur.

4.2.3 INDICES ORGANOLEPTIQUES ET MESURES SUR SITE

Lors des investigations, aucune odeur suspecte n'a été ressentie. Cependant, des couleurs noires ont été observées avec plus ou moins de mâchefers sur les échantillons T3/0-1 ; T9/2-4 ; T10/0-3 ; T15/1-4 et T17/0,1-1.

Des mesures semi quantitatives des composés organiques volatils (COV) ont été réalisées sur site à l'aide d'un détecteur PID (détecteur des composés organiques volatils (COVT) par photo-ionisation). Il s'agit de mesurer le dégazage d'un échantillon de sol, placé dans un sac hermétique et malaxé sommairement. Ces mesures sur site ont montré l'absence de détection de COV.

4.2.4 STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE

L'échantillonnage des sols a été réalisé en référence à la Norme NF ISO 18400-102 *« Choix et application des techniques d'échantillonnage » (Décembre 2017).*

Le choix des échantillons de sols à analyser et des composés à rechercher a été effectué sur les critères suivants :

- Sources potentielles de pollution identifiées dans le secteur de chaque sondage ;
- Critères organoleptiques (odeur, couleur) ;
- Résultats des analyses semi-quantitatives effectuées sur le site ;
- Nature et épaisseur des formations lithologiques.

Au regard des caractéristiques spécifiques du site (occupation, environnement...), aucun échantillon témoin n'a pu être constitué du fait de l'hétérogénéité des sols rencontrés et de l'absence de zone non influencée (absence d'autorisation pour la réalisation d'investigations hors zone d'étude).

Les échantillons ont été conditionnés dans du flaconnage en verre et conservés en caisse isotherme afin d'être déposés au laboratoire dans les 24 h. Les analyses ont été prises en charge par le laboratoire WESSLING, agréé par le Ministère de l'Environnement et accrédité COFRAC ou équivalent.

Des échantillons supplémentaires « mémoire de la nature des terrains » sont conservés dans les locaux de SOLER ENVIRONNEMENT pour une durée d'un mois après prélèvements.

Le tableau ci-dessous décrit la stratégie d'échantillonnage et les paramètres d'analyses effectués :

Tableau n° 10 : Stratégie d'analyses sur les sols

Projet	Nombre de sondages	Profondeur des sondages	Substances recherchées (analyses)
Ensemble immobilier sur 1 sous-sol	25 sondages	4 m	3 analyses par sondage : Essais d'acceptation en ISDI + métaux et COHV sur brut (x40) Essais d'acceptation en ISDI + métaux + hydrocarbures C5-C10 et COHV sur brut (x4) Essais d'acceptation en ISDI + métaux et COHV sur brut + cyanures sur éluat (x6) Essais d'acceptation en ISDI (x25)

Métaux : arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc (sur matière sèche), COT : Carbone Organique Total,
HCT : hydrocarbures totaux (C10-C40) par chromatographie gazeuse, HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques (liste des 16),
BTEX : hydrocarbures aromatiques volatils, COHV : composés organo-halogénés volatils, PCB : polychlorobiphényles (liste des 7),
Essais d'acceptation en ISDI (sur lixiviat) : 12 métaux (8 métaux + Baryum, Sélénium, Molybdène, Antimoine), fluorures, chlorures, sulfates, indice phénols, fraction soluble, carbone organique dissous,
Essais d'acceptation en ISDI (sur sols bruts) : HCT, HAP, BTEX, PCB, COT.
Essais d'acceptation en ISDI = Essais d'acceptation en ISDI sur lixiviat et sur sols bruts

Les sondages ont été rebouchés avec les déblais de forage en respectant la succession lithologique du terrain en place et rebouchés par du ciment en cas de passage de dalle ou de voirie.

4.2.5 REFERENTIEL POUR LES SOLS

L'interprétation des résultats d'analyse sur les sols est réalisée en référence à l'approche ministérielle concernant les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués. La démarche conduit à comparer l'état du milieu considéré à l'état des milieux naturels voisins de la zone d'investigation.

Dans le cadre d'une démarche d'évaluation des risques sanitaires appliquée à des processus de gestion, la méthodologie nationale demande à comparer les résultats des diagnostics :

- À l'environnement local témoin ;
- Aux valeurs de gestion en vigueur.

Approche risque sanitaire :

Selon cette approche, SOLER ENVIRONNEMENT adopte la démarche de comparaison **aux valeurs d'analyse de la situation (VAS)** proposées par la méthodologie ministérielle d'Avril 2017 :

- Pour les métaux et métalloïdes, les teneurs dans les sols sont comparées, selon les données disponibles, à un état initial avant exploitation du site, au fond géochimique local, ou à la gamme de valeurs couramment observées dans les sols « ordinaires » issues de l'étude ASPITET de l'INRA, correspondant à des sols naturels (gamme de valeurs de sols « ordinaires », et gamme de valeurs dans le cas d'anomalies naturelles).
- Pour les composés organiques, pour lesquels il n'existe pas de « bruit de fond géochimique », la valeur est comparée aux limites de quantification du laboratoire.

Approche gestion des déblais :

Le site va faire l'objet d'un réaménagement impliquant des excavations de terres. Pour la définition du problème spécifique des terres excavées en exutoire adapté, il est nécessaire de compléter les analyses par des tests d'acceptation en Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) :

- Sols bruts : Pour les composés organiques (COT, HCT, HAP, BTEX et PCB) et dans le cadre de la gestion d'excavation de terres, les teneurs dans les sols seront comparées aux Valeurs Maximales Admissibles (VMA) définies dans l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI). Il n'existe pas de valeurs guides pour les COHV sur sols bruts selon l'arrêté du 12 décembre 2014. La valeur généralement retenue par les ISDI est de 2 mg/kg. Par principe de précaution, SOLER ENVIRONNEMENT retiendra la valeur de 1 mg/kg.
- Lixiviats : Les valeurs sur lixiviat sont comparées aux Valeurs Maximales Admissibles (VMA) définies dans l'arrêté ISDI du 12 décembre 2014 pour les composés suivants : 12 Métaux, Fluorures, Chlorures, Sulfates, Fraction Soluble, Indice Phénols et Carbone Organique Dissous.

Concernant les Cyanures, les teneurs sont comparées à la limite de quantification du laboratoire.

4.2.6 RESULTATS DES ANALYSES DE SOL

Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont présentés en **annexe 10**. L'ensemble des résultats d'analyses (inorganiques, organiques et sur lixiviats) synthétisant les bulletins d'analyses du laboratoire est présenté dans les tableaux en **annexe 11**.

4.2.7 COMMENTAIRES DES RESULTATS D'ANALYSES DES SOLS

a - Composés inorganiques

Les résultats d'analyses ont mis en évidence, sur les 50 échantillons analysés, la présence d'anomalies en métaux avec des teneurs pouvant être supérieures jusqu'à 38 fois la valeur seuil retenue (en mercure). Le comparatif des teneurs mesurées est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau n° 11 : Composés inorganiques détectés

Composés détectés	Valeur de référence	Proportions d'échantillons supérieure à la valeur de référence	Concentration maximale mesurée	Échantillon avec teneur maximale (lithologie)
Cuivre (Cu)	20,0 mg/kg	70 %	460 mg/kg	T15/3-4 (remblais)
Zinc (Zn)	100,0 mg/kg	76 %	1 100 mg/kg	T6/0-1 et T15/1-3 (remblais)
Arsenic (As)	25,0 mg/kg	6 %	59 mg/kg	T6/2-3 (remblais)
Cadmium (Cd)	0,5 mg/kg	2 %	1 mg/kg	T6/0-1 (remblais)
Mercure (Hg)	0,1 mg/kg	82 %	3,8 mg/kg	T16/1-2 (remblais)
Plomb (Pb)	50,0 mg/kg	82 %	1 800 mg/kg	T18/1-3 (remblais)

Les autres composés recherchés (chrome et nickel) n'ont pas été détectés à des teneurs supérieures au fond géochimique retenu.

b - Composés organiques

Les analyses ont mis en évidence la présence de teneurs supérieures aux limites de quantification du laboratoire pour la plupart des composés recherchés. Le tableau ci-après présente ces dépassements.

Tableau n° 12 : Composés organiques détectés

Composés détectés	Proportions d'échantillons détectées	Gamme de concentrations mesurées	Échantillons supérieurs aux critères d'acceptation en ISDI (lithologie)
Hydrocarbures C10-C40	57 / 75, soit 76 %	22 à **2 700 mg/kg**	T2/0,05-1 (remblais) ; T3/0-3 (remblais) et T10/1-3 (remblais)
COHV	2 / 50, soit 4 %	0,47 et 0,59 mg/kg	/
HAP	70 / 75, soit 93 %	0,05 à **1 170 mg/kg**	T2/0,05-1 (remblais) et T3/0-4 (remblais)
PCB	4 / 75, soit 5 %	0,045 à 0,96 mg/kg	/

Par ailleurs, les analyses en COT ont montré, de manière diffuse, des concentrations comprises entre 75 et 100 000 mg/kg par MS. À noter que 30 échantillons sur 75 présentent des teneurs supérieures aux critères d'acceptation en ISDI (30 000 mg/kg).

Les autres composés recherchés (hydrocarbures C5-C10 et BTEX) n'ont pas été quantifiés par le laboratoire.

Le plan de localisation des impacts est joint en **annexe 12.**

c - Essais de lixiviation

Au regard de l'arrêté ministériel du 12/12/2014, les résultats sur éluât sur les 75 échantillons analysés ont mis en évidence des dépassements des critères d'acceptation en ISDI. Ces dépassements sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau n° 13 : Composés sur lixiviats non conformes aux critères ISDI

Composés détectés	Valeur de référence	Proportions d'échantillons détectées	Concentration maximale mesurée
Fraction Soluble	4 000 mg/kg	32 / 75, soit 43 %	24 000 mg/kg
Sulfates	1 000 mg/kg	29 / 75, soit 39 %	15 000 mg/kg
Antimoine	0,06 mg/kg	7 / 75, soit 9 %	0,28 mg/kg

4.3 INVESTIGATIONS SUR LES EAUX SOUTERRAINES

Durant l'opération géotechnique de FONDASOL, plusieurs ouvrages piézométriques ont été posés. Des mesures ainsi que des prélèvements d'eau y ont été effectuées dans le cadre de notre étude. Ces investigations sont présentées dans les paragraphes ci-après.

4.3.1 NIVEAUX D'EAU MESURES

Les niveaux d'eaux mesurés au droit des piézomètres existants sont recensés dans le tableau ci-après.

Tableau n° 14 : Niveaux d'eaux souterraines

Ouvrages	Localisation	Date de mesure	Cote du terrain naturel approximative*	Niveau d'eau mesuré par rapport au terrain naturel	Cote du niveau d'eau
PzA	Ouest	16/09/21	8,20 NGF	- 5,98 m	2,22 NGF
Pz13	Nord-Ouest	16/09/21	7,55 NGF	- 5,31 m	2,24 NGF
Pz14	Centre-Nord	16/09/21	7,05 NGF	- 4,74 m	2,31 NGF
Pz15	Nord-Est	08/09/21	7,00 NGF	- 4,73 m	2,27 NGF
Pz16	Sud-Ouest	16/09/21	8,45 NGF	Aucun à 5,05 m	/
Pz17	Sud	16/09/21	7,00 NGF	- 4,56 m	2,44 NGF
Pz18	Sud-Est	16/09/21	6,50 NGF	- 4,08 m	2,42 NGF
Pz23	Centre	16/09/21	7,60 NGF	- 5,04 m	2,56 NGF
Pz24	Nord-Ouest	16/09/21	7,20 NGF	- 3,02 m	4,18 NGF**

* Selon le plan topographique communiqué
** : niveau incohérent par rapport à la moyenne du site (environ 2 à 2,5 NGF)

Le plan d'implantation des piézomètres est présenté en **annexe 8.**

Le niveau moyen de la nappe a été relevé entre environ 2,2 et 2,5 NGF. Ces niveaux correspondent à la nappe alluviale de la Seine dont l'écoulement général supposée est de direction Ouest.

Les variations piézométriques de cette nappe sont en relation directe avec les fluctuations du niveau de la Seine.

4.3.2 MODALITES DE PRELEVEMENTS

Le prélèvement des eaux souterraines a été effectué en référence à la norme AFNOR X 31-615 *« Prélèvement et échantillonnage des eaux souterraines dans des forages de surveillance pour la détermination de la qualité des eaux souterraines » (Décembre 2017)* :

- Mesure du niveau d'eau, et calcul du volume d'eau (volume intérieur) compris dans l'ouvrage ;
- Recherche d'éventuelle phase libre (surnageant) ;
- Purge du piézomètre de façon à éliminer au minimum, 3 fois le volume d'eau (volume intérieur) contenu dans l'ouvrage si le renouvellement d'eau est suffisant, ou jusqu'à stabilisation des paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité) ;
- Prélèvement à la pompe ou à l'aide d'un échantillonneur inerte en PEHD, à usage unique ;
- Conditionnement en flaconnage adapté aux composés recherchés, fourni par le laboratoire ;
- Transport en glacière réfrigérée jusqu'au laboratoire (dans les 24 heures).

Le matériel de pompage a été nettoyé entre chaque prélèvement.

Chaque prélèvement a fait l'objet d'une fiche de suivi qualitatif mentionnant : la date, le niveau d'eau, les modalités de pompage et de prélèvement, les paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité, redox) et les indices organoleptiques (couleur, odeur…). Les fiches de prélèvement des eaux souterraines sont présentées en **annexe 13**.

4.3.3 CONSTATS ORGANOLEPTIQUES ET MESURES SUR SITE

Aucun indice organoleptique suspect (odeur ou couleur) n'a été identifié lors de la purge et du prélèvement. Les eaux de purge étaient de couleur à marron.

4.3.4 PROGRAMME ANALYTIQUE

La stratégie d'analyse des eaux souterraines est présentée dans le tableau suivant :

Tableau n° 15 : Stratégie d'analyses sur les eaux souterraines

Ouvrages	Localisation	Date de prélèvement	Substances recherchées
PzA	Ouest	08/09/21	Métaux, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB
Pz13	Nord-Ouest	06/09/21	Métaux, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB
Pz14	Centre-Nord	06/09/21	Métaux, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB
Pz15	Nord-Est	08/09/21	Métaux, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB
Pz18	Sud-Est	08/09/21	Métaux, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB
Pz24	Nord-Ouest	16/09/21	Métaux, HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB

Métaux : arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc (sur matière sèche), PCB : polychlorobiphényles (liste des 7) ;
HCT : hydrocarbures totaux (C10-C40) par chromatographie gazeuse, HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques (liste des 16) ;
BTEX : hydrocarbures aromatiques volatils ; COHV : composés organo-halogénés volatils.

Remarque : Les échantillons d'eaux prélevés au droit de l'ouvrage PZ24 n'ont pu faire l'objet d'une filtration. Les eaux étaient trop chargées en éléments en suspension (à priori de la bentonite de forage).

Les échantillons ont été conditionnés dans du flaconnage en verre adapté aux paramètres à rechercher et conservés en caisse isotherme afin d'être déposés au laboratoire dans les 24 h. Ces analyses ont été prises en charge par le laboratoire WESSLING, agréé par le Ministère de l'Environnement et accrédité COFRAC ou équivalent.

4.3.5 REFERENTIEL POUR LES EAUX

Selon la méthodologie nationale mise en place depuis le 8 février 2007, les teneurs doivent être comparées aux valeurs réglementaires existantes et au fond géochimique local. Dans ce cadre, les teneurs sont comparées, en fonction des données disponibles, et par ordre de préférence :

- (a) : aux « limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine », fixées dans l'annexe 1 de l'arrêté du 11 janvier 2007 ;
- (b) : aux « limites de qualité des eaux brutes de toute origine, utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine », fixées dans l'annexe 2 de l'arrêté du 11 janvier 2007 ;
- (c) : aux valeurs seuils du rapport « Système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines » des Agences de l'Eau ;
- (d) : aux critères d'évaluation de l'état des eaux souterraines, suivant les annexes I et II de l'arrêté du 17 décembre 2008 ;
- (e) : aux normes de potabilité recommandées par l'Organisation Mondiale pour la Santé.
- Par défaut, aux seuils de détection du laboratoire.

Ces valeurs sont reprises en partie dans le document de l'INERIS « Éléments sur l'origine et le mode d'élaboration des valeurs réglementaires de l'eau, de l'air et des denrées alimentaires, applicables en France pour les substances chimiques » (12/2007).

4.3.6 RESULTATS DES ANALYSES

Les rapports des résultats d'analyses sont présentés en **annexe 14.** Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau n° 16 : Résultats d'analyses des eaux souterraines

Désignation d'échantillon				PZA	PZ13	PZ14	PZ15	PZ18	PZ24
	Unité	valeurs de référence		Ouest	Nord-Ouest	Centre à Nord	Nord-Est	Sud-Est	Nord
Métaux									
Arsenic (As)	µg/l	**10**	e	<3	<3	<3	<3	<3	NR
Plomb (Pb)	µg/l	**50**	b	<10	<10	<10	<10	<10	NR
Cadmium (Cd)	µg/l	**5**	b	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	NR
Chrome (Cr)	µg/l	**50**	b	<5	<5	<5	<5	<5	NR
Cuivre (Cu)	µg/l	**2000**	a	<5	<5	<5	<5	<5	NR
Nickel (Ni)	µg/l	**20**	a	<10	15	<10	<10	<10	NR
Zinc (Zn)	µg/l	**5000**	b	<50	<50	<50	<50	<50	NR
Mercure (Hg)	µg/l	**1**	b	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	NR
Hydrocarbures C10-C40									
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l	*pvl*		<0,05	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,1
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l	*pvl*		<0,05	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,1
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l	*pvl*		<0,05	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,1
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l	*pvl*		<0,05	<0,05	0,84	<0,06	<0,05	0,29
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l	*pvl*		<0,05	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,1
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l	**1**	***b***	<0,05	<0,05	0,96	<0,06	<0,05	0,36
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)									
Chlorure de vinyle	µg/l	**0,5**	a	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dichlorométhane	µg/l	**20**	e	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	**30**	e	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l	**30**	e	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Trichlorométhane	µg/l	**300**	e	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	**500**	c	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	**20**	c	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Trichloroéthylène	µg/l	*10*	d	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène	µg/l	*10*	d	1,5	0,9	1,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/l	*pvl*	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	*pvl*	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Somme des COHV	µg/l	*pvl*	-	1,5	0,9	1,5	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures mono-aromatiques (BTEX)									
Benzène	µg/l	**1**	a	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Toluène	µg/l	**700**	e	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l	**300**	e	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
o-Xylène	µg/l	*pvl*	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
m-, p-Xylène	µg/l	*pvl*	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)									
Naphthalène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	0,03	0,17	<0,05	<0,05	0,06
Acénaphtylène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,13
Acénaphtène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,05
Fluorène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	0,03	<0,05	<0,05	0,05
Phénanthrène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	0,03	<0,05	<0,05	0,51
Anthracène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,16
Fluoranthène (*)	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	1,5
Pyrène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	1,3
Benzo(a)anthracène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,7
Chrysène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,72
Benzo(b)fluoranthène (*)	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	1,3
Benzo(k)fluoranthène (*)	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,45
Benzo(a)pyrène (*)	µg/l	**0,01**	a	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	**0,91**
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	<0,2
Benzo(ghi)pérylène (*)	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,75
Indéno(123-cd)pyrène (*)	µg/l	*pvl*	-	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	0,58
Somme des HAP	µg/l	**1**	b	-/-	0,03	0,23	-/-	-/-	**9,2**
Polychlorobiphényles (PCB)									
Somme des 7 PCB	µg/l	*5*	c	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	0,003

<x : inférieur à la limite de quantification du laboratoire ; NR : Non Représentatif ; pvl : pas de valeur limite ; -/- : Non Quantifiable

4.3.7 COMMENTAIRES DES RESULTATS D'ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES

Les résultats d'analyses ont mis en évidence la présence :

- d'hydrocarbures C10-C40, avec des teneurs de 0,96 mg/l et 0,36 mg/g, respectivement sur les ouvrages PZ14 et PZ24 ;
- de composés chlorés, avec des teneurs comprises entre 0,9 et 1,5 µg/l sur les ouvrages PZA, PZ13 et PZ14, soit en partie Ouest à Nord de la zone d'étude ;
- de HAP, avec des teneurs comprises entre 0,03 et 9,2 µg/l sur les ouvrages PZ13, PZ14 et PZ24, soit en partie Nord de la zone d'étude. A noter que la concentration mesurée sur l'ouvrage PZ24 dépasse la valeur de référence (1 µg/l). Cependant, cette mesure est à confirmer dans la mesure où l'ouvrage n'a pas fait l'objet de la purge nécessaire en raison de son très faible renouvellement et des nombreuses matières fines en suspension empêchant une filtration des eaux.

5 - CONCLUSION RECOMMANDATIONS

5.1 SYNTHESE

5.1.1 ÉTUDE HISTORIQUE ET DOCUMENTAIRE

La zone d'étude est localisée en zone urbaine, en limite Sud à Sud-Ouest de la commune de ROUEN (76), dans un méandre de La Seine. Elle correspond aux parcelles cadastrales n°HY300, n°HY301 et n°HZ504, à la partie Ouest de la parcelle n°IK392 ainsi que la majeure partie des parcelles n°HY361 et n°IK384. La superficie de la zone d'étude est estimée à environ 23 000 m².

La géologie du site correspond à des terrains alluvionnaires sur une dizaine de mètres d'épaisseur, reposant sur de la Craie. La nappe a été rencontrée à environ 5-6 m de profondeur au droit de la zone d'étude, soit vers 2 NGF.

Le site est composé essentiellement d'anciens immeubles de logements collectifs inaccessibles, entourés d'espaces verts.

D'après l'étude historique, à la fin des années 30', le site comporte essentiellement des habitations à priori individuelles. Les évolutions marquantes suivantes ont ensuite été observées :

- vers les années 50' et 60', avec l'apparition d'une zone remaniée en partie Ouest qui correspondrait à une activité pouvant ressembler à « une casse automobile » ;
- à la fin des années 60', avec la destruction de la majorité des habitations (parties Nord, Sud et Ouest) ;
- au début des années 70', avec la disparition de l'activité supposée de « casse automobile » et l'apparition sur l'ensemble de la zone d'étude d'immeubles de logements collectifs, entourés d'espaces verts.

D'après les informations recueillies lors de l'étude historique, aucune installation classée pour la protection de l'environnement ou site potentiellement pollué n'ont été recensés au droit du site.

La zone d'étude ayant fait l'objet d'une activité anthropique notable avec plusieurs remaniements des sols, des remblais contenants d'éventuelles anomalies ou éléments polluants sont ainsi susceptibles d'être présents. De plus, trois transformateurs datant des années 70' sont toujours présents au droit de la zone d'étude.

5.1.2 INVESTIGATIONS

a - Sols

La campagne de reconnaissance du site a été menée sur les sols les 25 et 26 août 2021. Elle a consisté en la réalisation de 25 sondages à 4 mètres de profondeur (notés T1 à T25).

Au cours des investigations, les formations suivantes ont été rencontrées :

- Remblais anthropiques : sables graveleux à limoneux ou argileux (marron clair à marron foncé ou noir), avec plus ou moins de débris (briques, blocs, silex, verres, mâchefers, …), sur minimum 1 mètre à plus de 4 m de profondeur ;
- Sables graveleux (beige), avec plus ou moins de silex, jusqu'à plus de 4 mètres de profondeur.

Lors des investigations, aucune odeur suspecte n'a été ressentie. Cependant, des couleurs noires ont été observées avec plus ou moins de mâchefers sur les échantillons T3/0-1 ; T9/2-4 ; T10/0-3 ; T15/1-4 et T17/0,1-1.

Les résultats d'analyses ont montré, essentiellement sur l'horizon des remblais :

- de manière quasi-diffuses, des anomalies en métaux sur brut ;
- des impacts ponctuels en hydrocarbures : hydrocarbures C10-C40 (sondages T2, T3 et T10) et HAP (sondages T2 et T3) ;
- des anomalies sur lixiviats de manière quasi-diffuses en sulfates associés au fraction soluble et ponctuelles en antimoine.

b - Eaux souterraines

La campagne de reconnaissance du site a été menée sur les eaux souterraines entre le 6 et le 16/09/2021. Elle a consisté en la réalisation de 6 prélèvements d'eaux souterraines au droit des ouvrages présents sur le site. Le niveau moyen des eaux souterraines a été relevé le 16/09/2021 entre environ 2 et 2,5 NGF et correspondrait à la nappe alluviale de La Seine.

Lors des investigations, aucune odeur suspecte n'a été observée.

Les résultats d'analyses sur les eaux ont montré la présence de teneurs en composés chlorés et en hydrocarbures (C10-C40 et HAP) en partie Ouest à Nord de la zone d'étude. A noter que seul l'ouvrage PZ24 présente des teneurs supérieures aux valeurs de références retenue en HAP.

5.2 SCHEMA CONCEPTUEL

Le projet de réaménagement envisage la réalisation d'un ensemble immobilier de logements sur un niveau de sous-sol à usage de parking ainsi que des zones d'espaces verts en pleine terre.

Au regard des résultats des investigations sur les différents milieux, l'établissement du schéma conceptuel doit permettre de présenter sous forme graphique, un état factuel de l'état de pollution des milieux et des voies d'exposition potentielles aux pollutions détectées.

Un site ou un milieu pollué présente **un risque sanitaire** pour les usagers du site seulement si les trois éléments suivants sont présents simultanément :

- La présence d'une ou des **sources de pollution** mobilisables ;
- La présence de **voies de transfert** par l'intermédiaire des sols, des eaux, des gaz ;
- La présence de **populations cibles (voie d'exposition)** et/ou de ressources à protéger.

Le schéma conceptuel doit, d'une manière générale, permettre de préciser l'existence et les relations entre ces trois facteurs.

Les données recueillies à partir de l'étude documentaire et des investigations sur les milieux permettent de retenir les informations suivantes :

Sources de pollutions et anomalies identifiées :
Sur les sols, il a été identifié que les remblais présentent ponctuellement des impacts en hydrocarbures ainsi que des anomalies en métaux ;
Sur les eaux souterraines, il a été identifié des teneurs plus ou moins notables en hydrocarbures.

Voies de transfert :

- La voie de transfert **via les sols** est retenue en raison de la perméabilité des sols ainsi que de la présence d'impacts en hydrocarbures pouvant potentiellement se diffuser jusqu'à la nappe ;
- La voie de transfert par migration **via les eaux souterraines** est retenue au regard de la présence de substances polluantes dans les eaux souterraines au droit du site ;
- La voie de transfert **via les gaz du sol** est retenue en raison de la présence de composés potentiellement volatils dans les sols et les eaux souterraines.

Cibles (Voies d'exposition) :

En l'état actuel, le site étant fermé, aucune cible n'a été considérée. Cependant, il peut être retenu les **voies d'expositions** potentielles suivantes en cas d'éventuelle présence de cibles (occupation illégale, …) :

- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct prolongé avec les sols est retenue dans la mesure où les espaces verts présents contiennent des éléments polluants ;
- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct avec les eaux souterraines n'est pas retenue. Aucun usage direct pour les eaux souterraines n'est envisagé (alimentation en eau, irrigation...). Les voies d'exposition par contact cutané et ingestion d'eau souterraine ne seront donc pas considérées ;
- La voie d'exposition par inhalation est retenue au regard de la présence de composés potentiellement volatils dans les sols et dans la nappe phréatique.

En phase projet, les cibles seront les futurs résidents du site à l'intérieur des logements, à l'extérieur au droit des espaces verts. Les **voies d'exposition** potentielles des cibles du site sont présentées ci-dessous :

- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct prolongé avec les sols est retenue, en cas d'absence de recouvrement des espaces verts présentant des anomalies plus ou moins notables en métaux ainsi que des teneurs en hydrocarbures ;
- La voie d'exposition par ingestion ou par contact direct avec les eaux souterraines ne sera pas retenue. Aucun usage direct pour les eaux souterraines n'est envisagé (alimentation en eau, irrigation...). Les voies d'exposition par contact cutané et ingestion d'eau souterraine ne seront donc pas considérées ;
- La voie d'exposition par inhalation est retenue en raison de la présence de composés potentiellement volatils dans les sols et dans la nappe phréatique ;
- La voie de transfert par migration de composés organiques au travers des canalisations d'adduction en eau potable, et donc par contact direct avec de l'eau du robinet potentiellement contaminée n'a pas été envisagée. Dans le cadre du projet, il s'agira de canalisations neuves, avec remblaiement des tranchées par des terres saines drainantes.

Ressources à protéger :

Au regard du sol perméable et de la présence d'eaux souterraines à faible profondeur, la nappe a été retenue, en tant que cible potentielle.

Le schéma conceptuel présenté ci-après permet d'illustrer les voies d'exposition possibles en fonction des voies de transfert possibles des polluants identifiées. Il s'agit d'un schéma conceptuel établi selon l'état des connaissances actuelles du site. Ce schéma pourra être modifié en fonction de l'acquisition de nouvelles informations.

Schéma conceptuel : Etat initial
Anciens immeubles collectifs et espaces verts

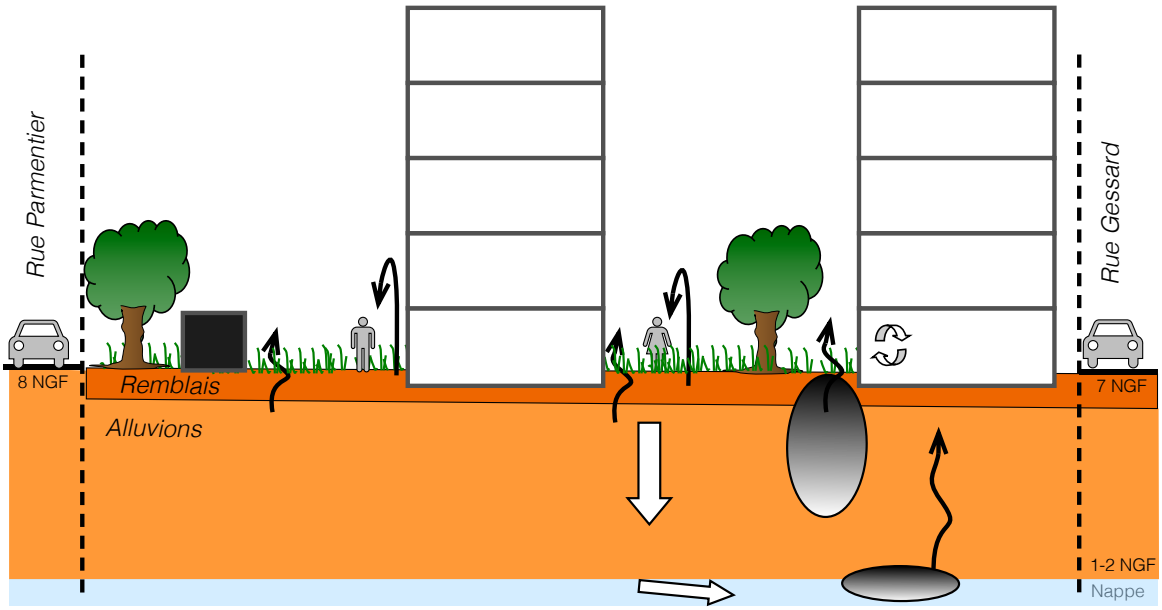
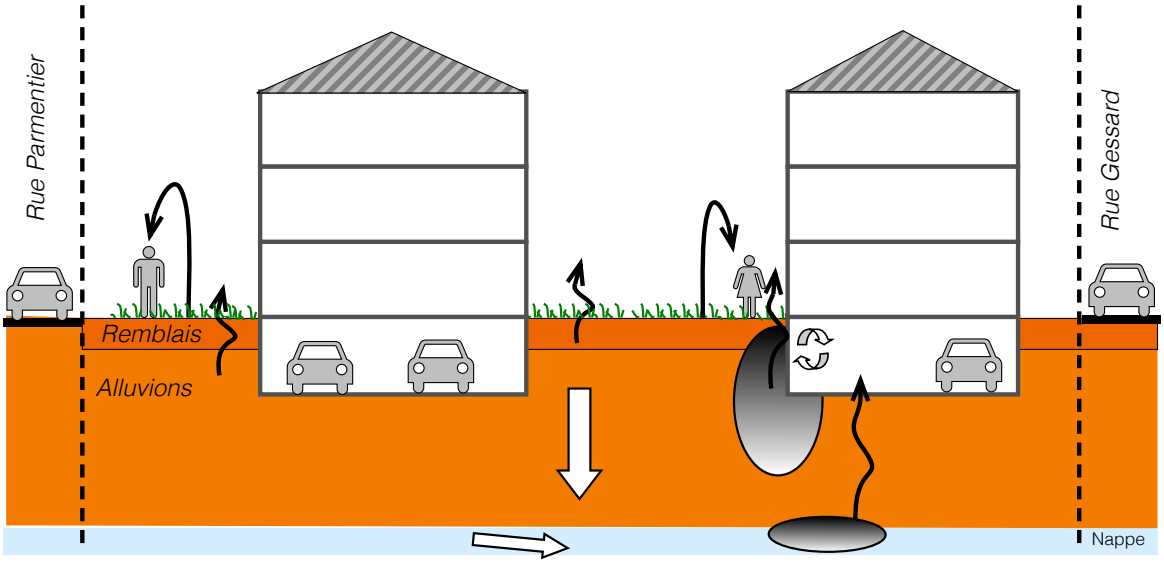


Schéma conceptuel : Etat projet
Logements collectifs



Légende :

Sources potentielle de pollutions :

- Présence de remblais impactés en métaux
- Transformateur
- Impact en hydrocarbures

Voies d'exposition/transfert :

- Possibilité d'ingestion et contact
- Possibilité de volatilisation et inhalation
- Possibilité de migration vers la nappe
- Absence de transfert d'exposition
- Accumulation de composés organique

5.3 COMMENTAIRES

5.3.1 IDENTIFICATION DES POLLUTIONS

Des impacts en hydrocarbures et en métaux ont été observés notamment sur les sondages T2 et T3, situés en partie Nord de la zone d'étude. Ces impacts sont localisés essentiellement en surface, sur l'horizon des remblais et pourraient être attribuables soit à la nature même des matériaux mis en remblais, soit à d'anciennes activités polluantes.

5.3.2 GESTION DES POLLUTIONS CONCENTREES

La méthodologie nationale précise que *« lorsque des pollutions concentrées sont identifiées (…), la priorité consiste d'abord à extraire ces pollutions concentrées, généralement circonscrites à des zones limitées, et non pas à engager des études pour justifier leur maintien en place ».*

Il est difficile à ce stade de déterminer s'il s'agit d'une zone de pollution concentrée au sens définie par la méthodologie nationale. Il s'agit d'un indice de présence de forte pollution qui doit être confirmée par des investigations complémentaires dans la zone.

En fonction des investigations complémentaires, il pourra être statué sur la présence d'une zone de pollution concentrée.

5.3.3 GESTION DU RISQUE SANITAIRE POUR LE PROJET

Le projet de réaménagement envisage la réalisation d'un ensemble immobilier de logements sur un niveau de sous-sol à usage de parking ainsi que des zones d'espaces verts en pleine terre.

Les résultats des analyses sur sol brut ont notamment mis en évidence la présence de métaux dans les horizons de surface à des teneurs variables, ainsi que ponctuellement des teneurs notables en hydrocarbures.

A noter qu'en raison de la présence d'un horizon de remblais, qui est par nature un milieu hétérogène, il n'est pas exclu que des teneurs encore plus importantes soient présentes.

a - Risques résiduels au droit des bâtiments

Au droit des futurs bâtiments, la présence d'une pollution résiduelle en profondeur par des composés volatils pourrait engendrer un risque sanitaire par inhalation dans la mesure où des composés volatils pourraient être à l'origine d'une contamination de l'air intérieur des espaces clos fréquentés.

Il peut être envisagé dès à présent pour le projet la mise en œuvre de dispositions constructives spécifiques afin de limiter l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment. À titre d'exemple, ces dispositions peuvent être les suivantes :

- La mise en place d'une ventilation mécanique continue au sein du niveau de sous-sol ;
- L'ajout d'un vide de construction aéré / ventilé ;
- La mise en place d'un système de dépressurisation des sols (SDS) et/ou d'étanchéité sous dallage.

b - Risques résiduels au droit des espaces verts / espaces non construits

Dans les zones éventuelles du site restant en pleine terre (espaces verts collectifs), si des terres contaminées sont laissées en place, il y a lieu d'éviter toute possibilité de contact direct prolongé avec ces terres. En accord avec la méthodologie nationale, il peut être envisagé de simples mesures de gestion afin d'annuler tout risque sanitaire :

- Pour les sols impactés en métaux uniquement, la réalisation d'un simple recouvrement par des terres saines (minimum 30 cm) ou par une couche minéralisée (enrobé, dalles béton…) ;
- Pour les sols impactés par des composés organiques, l'excavation des terres impactées selon la faisabilité technique et si nécessaire le remblaiement avec des terres saines.

Dans le cas d'apport de terres saines, un grillage avertisseur devra être mis en place afin d'assurer la mémorisation physique.

Dans des zones de futurs jardins privés et potagers, et afin de garantir une approche sécuritaire, il est recommandé de réaliser des excavations d'au moins 50 cm, voir 1 m et de créer des fosses au droit de futurs arbres fruitiers.

c - Risques résiduels sur la nappe

Au regard des résultats d'analyses qui ont montré la présence d'impacts en eaux souterraines, nous recommandons d'interdire tout usage direct pour les eaux souterraines (alimentation en eau, irrigation...).

d - Commentaire général sur la gestion du risque sanitaire pour le projet

Dans le cas où des expositions résiduelles subsisteraient (présence de teneurs significatives sur les gaz du sol, hydrocarbures résiduels, absence de recouvrement des sols impactés…), l'acceptabilité des risques au plan de la santé humaine devra alors être démontrée par la réalisation d'une Analyse des Risques Résiduels (ARR).

5.3.4 GESTION DES TERRES EXCAVEES

Au regard du projet, des terres feront l'objet d'excavation pour la création de niveaux d'infrastructures (sous-sols, fondations...). Les possibilités de réutilisation sur site étant limitées, ces déblais devront faire l'objet d'une évacuation hors site.

a - Identification des sols non conformes pour une prise en charge en ISDI :

Pour les terres excavées, l'arrêté ministériel en date du 12/12/2014 fixe les valeurs limites d'acceptation en installations de stockages de déchets inertes (ISDI) sur sol brut et sur éluât après essai de lixiviation. Les terres présentant des dépassements à ces critères ne pourront pas être acceptées en ISDI, et devront être évacuées en filière spécifique, ce qui engendrera très probablement un surcoût.

Chaque centre possède un Arrêté Préfectoral d'exploitation. Les valeurs d'acceptation peuvent donc varier en fonction de la filière qui sera retenue dans le cadre des travaux. **De même, au regard des pratiques actuelles des filières, la présence de matériaux exogènes (briques, débris,…), une couleur suspecte (noirâtre), une odeur suspecte ou des remblais impactés en métaux, peuvent impliquer un refus d'acceptation en ISDI ou ISDI pour terres sulfatées et donc l'obligation d'une évacuation en filière spécifique (PF).** De ce fait, l'acceptation des terres reste spécifique à chaque filière.

Selon les résultats d'analyses et des constats organoleptiques, une partie des terres excavées et évacuées hors site devra donc être orientée vers des filières adaptées.

A noter que les terres présentant uniquement une teneur en Fraction Soluble supérieure aux critères d'acceptation en ISDI **ET** une teneur en Sulfates Lixiviables supérieure à 50 % de la teneur en Fraction Soluble, sont susceptibles d'être acceptées en comblement de carrière pour « terres sulfatées ». De ce fait, selon les résultats d'analyse, une partie des terres devra être orientée vers des filières spécialisées de type Plateforme.

b - Estimation des quantités

Le calcul des quantités est établi en fonction des hypothèses suivantes :

- Plans du projet en date du 23/10/2020 ;
- Plan topographique, en date de mai 2013 ;
- Superficie totale de la zone d'étude : environ **23 000 m²** ;
- Superficie du lot A : environ **6 500 m²**, dont **3 700 m²** pour le sous-sol ;
- Superficie du lot B : environ **6 300 m²**, dont environ **5 000 m²** pour le sous-sol ;
- Superficie du lot C : environ **4 200 m²**, uniquement pour le sous-sol ;
- Superficie de la zone d'espace publique : environ **5 800 m²** ;
- Superficie du bâtiment sans sous-sol sur le lot A (établissement sensible prévu actuellement dans le projet) : environ **260 m²** ;
- Profondeur d'excavation par rapport à la surface du sol pour la création des sous-sols, considérée à environ **3,5 mètres** ;
- Profondeur d'excavation par rapport à la surface du sol au droit des bâtiments sans sous-sol : considérée à environ **0,6 mètre** ;
- Profondeur d'excavation par rapport à la surface du sol au droit des espaces verts : considérée à **0,3 mètre** ;
- Volume évalué est un volume de terres en place (hors foisonnement) ;
- Volume total de déblais pour la réalisation du projet : estimé à environ 45 000 m³ ;
- Densité des terres : 1,8 tonne/m³ ;
- Extrapolation de l'analyse d'un échantillon à l'ensemble de la maille d'environ 900 m² ;
- Extrapolation de l'analyse à la couche du dessus ou du dessous (en cas d'absence d'analyse) au regard des critères organoleptiques et de la description lithologique ;
- Estimation à partir de la cote du terrain naturel, considérée comme cote zéro (pas de nivellement des sondages) ;
- Volume approximatif des déblais non inertes est calculé à partir du tableau fourni en **annexe 15**.

Deux hypothèses ont été considérées :

- **Hypothèse basse** : estimation des quantités sur la base de la comparaison entre les résultats d'analyses et les critères d'acceptation en ISDI.
- **Hypothèse haute** : estimation des quantités sur la base de la comparaison entre les résultats d'analyses et les critères d'acceptation en ISDI en tenant compte des critères organoleptiques (odeurs, couleurs, présence de débris) des horizons analysés pouvant engendrer un refus en filières prises en compte dans l'hypothèse basse ainsi que des extrapolations.

Nous rappelons que les limites de ces estimations sont les suivantes :

- hors élimination, et démantèlement des ouvrages existants (cuves, fosses...) ;
- hors zones non investiguées et zones hors terrassement ;
- hors éventuels coûts des remblaiements ;
- hors prise en compte du terrassement des îlots centraux (lot B et C) ;
- hors prise en compte d'éventuel sous-sol existant.

En outre, les estimations de volume pour les sous-sols, ont été considérées depuis la cote du terrain naturel moyen (pas de nivellement des points de sondage), jusqu'à la profondeur considérée de 3,5 mètres. Ces estimations ne prennent pas en compte les terrassements complémentaires au-delà de ce fond de fouille, notamment pour réalisation des fondations (déblais de pieux, longrines, semelles), des fosses divers (ascenseur, fosse hydrocarbures,…) et des fondations de grue.

A noter que le site a fait l'objet d'anciennes activités anthropiques avec la présence de nombreux pavillons et de zones remaniées. De ce fait, des poches de remblais de mauvaises qualités, non observées lors de nos investigations, pourraient éventuellement être découvertes lors des terrassements pour l'aménagement de la zone d'étude.

c - Estimation des quantités non inertes

Le tableau joint en **annexe 15** fournit une synthèse des sols à excaver. En première approche, on estime que pour l'aménagement de la zone d'étude des lots A, B et C, près d'environ **23 000 m³** de terres devront faire l'objet d'évacuation en filières spécifiques selon la répartition suivante :

- ISDI TS : entre environ 9 500 m³ (hypothèse basse) et environ 9 300 m³ (hypothèse haute) ;
- ISDI A : entre environ 6 100 m³ (hypothèse basse) et 4 300 m³ (hypothèse haute) ;
- PF : entre environ 7 200 m³ (hypothèse basse) et 9 300 m³ (hypothèse haute).

A ce volume d'environ 23 000 m³, il est également retenu :

- environ 500 à 1 500 m³ supplémentaire pour la gestion des terres polluées en hydrocarbures au niveau du sondage T3, entre 0 et 3 mètres de profondeur. Zone localisée au droit des futurs espaces verts en pleines terre ;
- environ 700 m³ supplémentaires de déblais non inertes pour le décapage des espaces verts publiques.

Le volume estimé est fourni à titre informatif. Il s'agit d'une estimation non contractuelle qui devra être validée par des investigations complémentaires dans les zones actuellement inaccessibles, dans le cadre d'un marché par l'entreprise et par la réalisation d'un plan de terrassements sur la base du projet définitif.

La présente étude ne peut constituer un Cahier des Charges pour la réalisation d'un chiffrage

5.3.5 OPTIMISATION DE LA GESTION DES DEBLAIS

Les incertitudes d'estimations des volumes en deux hypothèses sont dues à l'appréciation des indices organoleptiques (couleurs, odeurs, présence de débris/ déchets en trop fortes quantités...) par les filières susceptibles de recevoir les déblais. Ce paramètre étant relativement subjectif, la mise en concurrence des entreprises spécialisées permettra de statuer sur ces incertitudes. Les volumes et les surcoûts considérés seront susceptibles d'être optimisés.

Toute possibilité de réutilisation des terres sur site, sans engendrer de risque sanitaire, permettra de limiter les volumes à évacuer en filière.

Afin de réduire les volumes, il y aura lieu d'étudier les solutions de gestion d'optimisation dans le cadre d'une étude de conception. À titre d'exemple, les solutions possibles sont les suivantes :

- Réaliser un tri et un criblage des matériaux au moment des travaux d'excavation ;
- Réutiliser au maximum les déblais d'excavation en remblais sur site (contre-voile, sous voirie, dans les zones de pleine terre...), sous réserve de l'absence de risque sanitaire et d'une validation géotechnique afin de s'assurer que les caractéristiques mécaniques des déblais du site sont bien compatibles à une réutilisation sur site.

5.3.6 VALORISATION DES DEBLAIS HORS SITE

Conformément à l'article L.541-1 du code de l'environnement, il convient d'étudier toutes les voies de valorisation des déchets avant d'envisager l'envoi en installation autorisée de traitement ou d'élimination de déchets. Toutefois, si les voies de valorisation ne sont pas possibles ou pertinentes d'un point de vue technique, économique ou environnemental, les déblais devront être évacués en filières de stockage.

La réalisation d'une étude technique des futurs déblais inertes pourrait permettre d'étudier la faisabilité d'une valorisation de ces matériaux hors site afin d'estimer les économies potentielles du projet.

Ainsi, il peut être envisagé de réaliser des analyses techniques et de vérifier les possibilités d'appliquer les guides disponibles à ce jour :

- Guide de valorisation hors site des terres excavées non issues de sites et sols pollués dans des projets d'aménagement (BRGM – avril 2020) ;
- Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement (BRGM – avril 2020) ;
- Guide de caractérisation des terres excavées dans le cadre de leur valorisation hors site dans des projets d'aménagement et en technique routière pour des projets d'infrastructure linéaire de transport (BRGM, avril 2020).

5.4 RECOMMANDATIONS

5.4.1 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

Sur les sols :

Afin de réduire la première estimation de volume, nous recommandons :

- d'effectuer des investigations complémentaires à proximité du sondage T3 où des impacts notables en hydrocarbures ont été mesurés, dans l'objectif de mieux cartographier la zone impactée et de vérifier s'il s'agit d'une source de pollution concentrée ;
- d'affiner le maillage au niveau des mailles présentant des anomalies sur lixiviat.

Sur les eaux souterraines :

Afin de confirmer les concentrations mesurées notamment au droit de l'ouvrage PZ24 et de suivre l'évolution des teneurs dans les eaux souterraines, nous recommandons de réaliser des analyses complémentaires.

Sur les gaz du sol :

Les analyses de sols ont révélé la présence de composés potentiellement volatils (Hydrocarbures). Dans le cadre du projet, il est recommandé de procéder à des mesures des gaz du sol afin d'en mesurer le potentiel de dégazage.

Par ailleurs, le projet prévoyant la réalisation d'un établissement sensible (crèche), il est recommandé de procéder à des mesures des gaz du sol afin de vérifier la compatibilité du site avec l'usage sensible futur, puis d'une Analyses des Risques Résiduels (ARR).

A noter que la méthodologie nationale préconise la réalisation de plusieurs campagnes de mesures d'air au regard des grandes variations possibles des teneurs en fonction des conditions extérieures (température, pression, humidité, …). Ainsi, il est recommandé d'effectuer 2 campagnes de mesures dans une période climatique différente (été/hiver) afin de valider les résultats d'analyses.

5.4.2 CAS DES ETABLISSEMENTS SENSIBLES

La circulaire du Ministère de l'écologie et du développement durable en date du 8 février 2007, dont l'objet spécifique est de traiter de l'hypothèse d'établissements accueillant des populations sensibles (crèches, écoles maternelles et élémentaires, établissements hébergeant des enfants handicapés, *etc.*) sur des sites impactés par une pollution, prévoit les conditions dans lesquelles de tels établissements peuvent être implantés sur des sites sur lesquels une pollution a été identifiée. Cette circulaire recommande que :

> *« La construction de ces établissements doit être évitée sur les sites pollués, notamment lorsqu'il s'agit d'anciens sites industriels. Toutefois, compte tenu de contraintes urbanistiques ou sociales, il peut advenir qu'un site alternatif non pollué ne puisse être choisi. Une telle impossibilité mérite néanmoins d'être étayée par un bilan des avantages et inconvénients des différentes options de localisation. »*

De même, cette circulaire du 8 février 2007 indique les informations suivantes : *« Lorsque les substances en cause sont des solvants, des hydrocarbures et, d'une manière plus générale, des substances susceptibles d'être émises sous forme de vapeurs toxiques, les lieux clos pouvant les confiner, les concentrer et créer ainsi des expositions résiduelles potentiellement problématiques, nécessitent la plus grande attention. Une mesure de gestion simple, complémentaire aux opérations de dépollution, consiste à couper toute possibilité d'exposition à ces pollutions résiduelles en construisant les locaux fréquentés par les populations sensibles sur des vides sanitaires largement ventilés naturellement ou mécaniquement ».*

Au regard des textes en vigueurs concernant la présence d'un établissement sensible sur la zone d'étude, il est recommandé de localiser la crèche au droit de la zone la moins polluée. Celle-ci devra être construite sur des niveaux d'infrastructures ventilés, en cas de présence de composés volatils mesurés sur les gaz du sol.

5.4.3 RISQUES D'EXPOSITION EN PHASE TRAVAUX

Les terres vouées à être excavées présentent des teneurs notables en éléments polluants. Il y aura lieu de maîtriser les risques d'exposition aux polluants en phase travaux par le port des EPI adaptés et des mesures de protections collectives adaptées.

5.4.4 SUIVI DES TRAVAUX

Dans le cadre de la réhabilitation du site, nous recommandons de faire appel à un Maître d'Œuvre spécialisé pour les sites pollués. Celui-ci aura pour missions :

- D'assister le Maître d'Ouvrage pour une consultation d'entreprises (Rédaction d'un Cahier des Charges spécifique) ;
- De valider les techniques de traitement / les filières pour les prises en charge des terres polluées ;
- De contrôler les travaux de dépollution ;
- De contrôler le tri des terres lors des terrassements ;
- De valider la fin des travaux en fonction des objectifs fixés.

Cette étude a été menée sur la base des connaissances actuelles de l'état du site, du projet de réaménagement, et des connaissances scientifiques. Toute modification du projet, ou tout nouvel élément apporté, pourra modifier les conclusions de cette étude.

ANNEXES

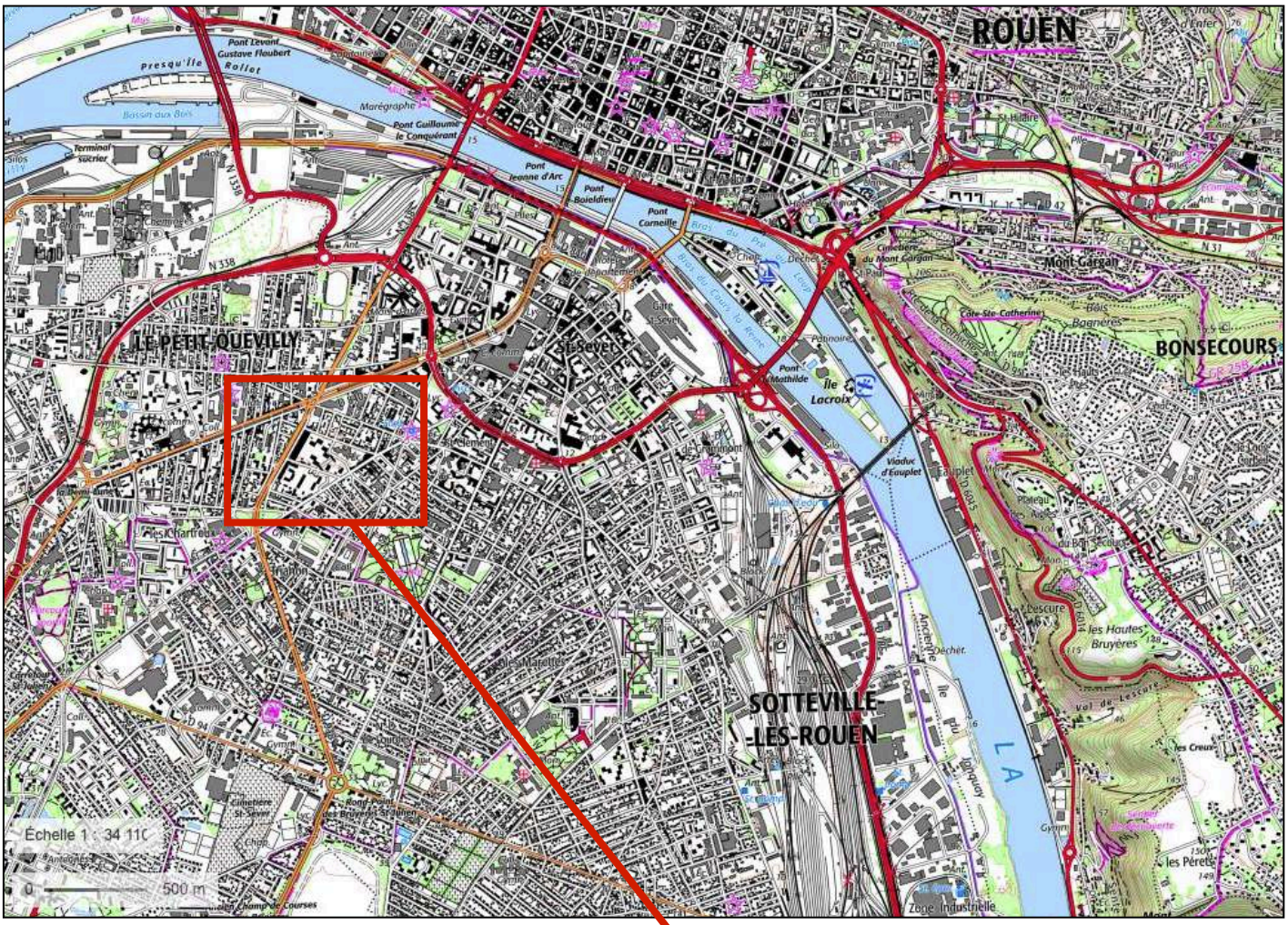
ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION DU SITE

LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

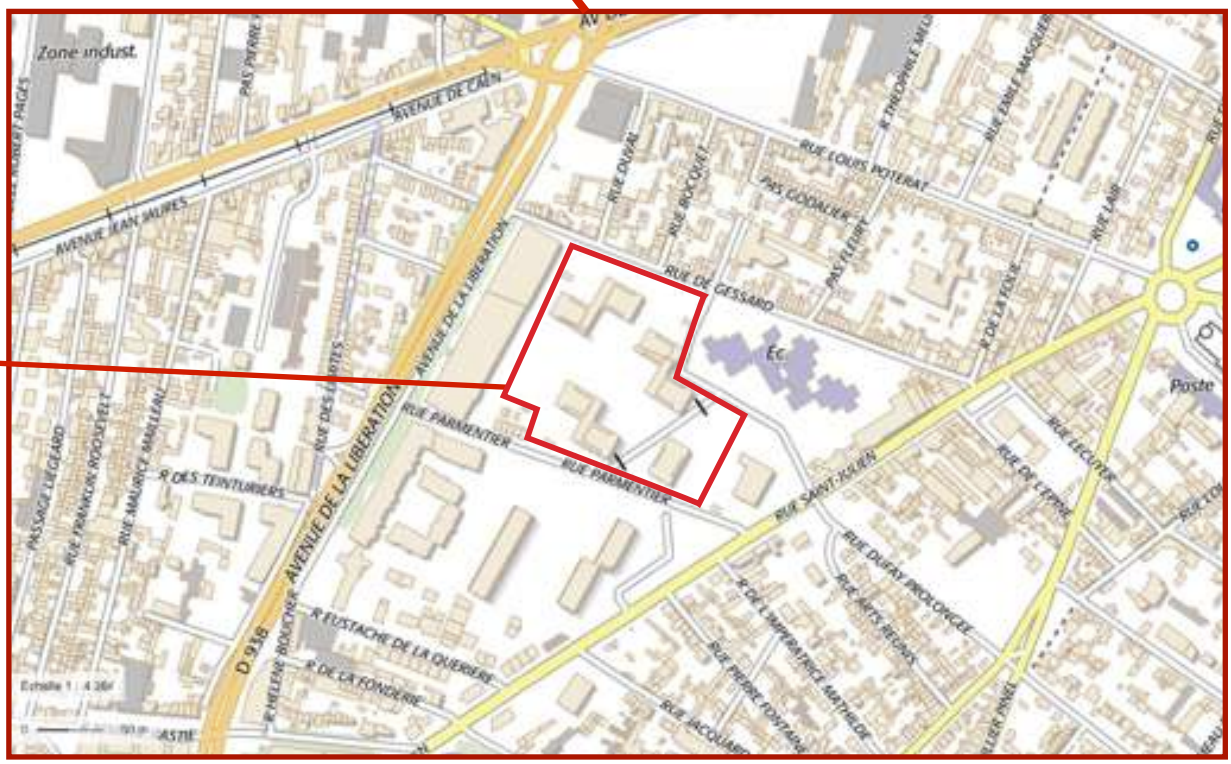
N° dossier : E SE MAS 2020.04756

Chantier : ROUEN (76)

Mission : INFOS



Source: Carte IGN, Géoportail



Zone d'étude

Agrandissement

ANNEXE 2 FICHE DE VISITE DE SITE, PLAN D'OCCUPATION ET PHOTOGRAPHIES DU SITE

FICHE DE VISITE DE SITE

Référence : ENR/ENV/02/01/01
Indice de révision : V7

Date de révision : 16/05/2019
Pagination : 2 pages + plan + photos

IDENTIFICATION			
N° DOSSIER : E SE MAS 2020.04756		**CLIENT : COGEDIM**	
Nom du site (entreprise présente) : ZAC de la Pépinière			
Adresse : 36-54 Rue Parmentier / 39-59 rue Gessard - ROUEN (76000)			
Coordonnées :	X : 508 150	Y : 2 492 800	Z : 7-8 NGF
Superficie : environ 2 à 2,5 ha			
Parcelles cadastrales : n°HY300, IK384, HZ504, HY361, IK392 et HY301			
Contact pour la visite : gardiens M. Eric Forni (06 85 71 63 62) et M. Guillaume Gautron (06 07 32 49 28)			

Date de la visite : 24/08/2021	**Horaire : 9h30**	**Intervenant (rôle) : JP (Tech.)**

INFORMATIONS CLIENT / PROPRIÉTAIRE		
Intervention :	Réseaux (plan ?) : DICT	
	Gaz : Non	
	Eaux : Oui	
	Electricité : Oui	
	Accès (clef/code + passage machine) : Clé à récupérer + alarme à désactiver	
	Stationnement : Possible sur site	
	Milieu confiné + hsp : Non. Sondages au niveau des espaces verts.	
Historiques :	Plans et documents en possession : Plan topographique	
	Date construction des bâtiments : Non renseigné	
	Activité actuelle : aucune	
	Ancienne activité : Logements collectifs	Période : Non renseigné
	Accident : Non renseigné	
	Piézo ou puits existants : Oui	Si oui, niveau d'eau : vers 6 m de profondeur
	Sources potentielles de pollution : Transformateur?	
	Chaufferie et type : Non renseigné	
	Anciens diagnostics : Non renseigné	
	Amiante : Non renseigné	
	Témoignage : Aucun	

OBSERVATIONS DU SITE		
Nature (décharge/champs/friche/commerce/habitation...) : Anciens immeubles de logements collectifs		
Activité du site ou abandonné : Abandonné		
Site clôturé (type) : Oui	État : Présence de dégradation	Surveillance du site : Oui par caméra et alarme
Population présente (adultes/enfants/travailleurs/inoccupé) : inoccupé		
Topographie (plat, forte ou faible pente et direction) : Présence d'une légère pente vers l'Ouest		
Anciens sondages (traces sur le sols) : Oui		
Espaces verts : Oui	Potagers : Non	
Dalle béton : Oui	Enrobé : Oui	état (propre/fissuré) : Fissuré
Zone inaccessible : Le sbâtiments		

Caractéristiques des bâtiments

Indice / type	En activité	Usage	Hauteur	Accès	Sous-sol (hsp)	Accès
1 / immeuble	Abandonné	habitations	/	Inaccessible	Non renseigné	

FICHE DE VISITE DE SITE

Référence : ENR/ENV/02/01/01
Indice de révision : V6

Date de révision : 23/01/2019
Pagination : 2 pages + plan + photos

OBSERVATION DU SITE (suite)

Caractéristiques des sources potentielles de pollution
(cuve, dépôt, bidon, séparateur, fosse à vidange, transformateur, aire de lavage, dépotage, volucompteur, ateliers, compresseur, pont élévateur, pneus, souillures, cabine de peinture, épaves, stockage...)

Indice / type	Produit	Volume Quantité	Etat	Rétention	Aérien Souterrain	Localisation
A / Transformateur	PCB?	Non renseigné	Bon	Non renseigné	Aérien	NO, NE et SO

OBSERVATION AUTOUR DU SITE

Descriptif dans un rayon de 100 mètres
(champs, forêt, espace vert, potager, logement collectifs ou individuels, établissements sensible, industries, commerces, cours d'eau, voirie, transformateur, autres...)

Nord : Logements individuels

Est : espaces verts + école élémentaire et maternelle Pépinière- St Julien + ancien bâtiments collectifs

Sud : Logements collectifs

Ouest : Anciens bâtiments de bureaux

MILIEUX SUSCEPTIBLES

Descriptif du milieu susceptible d'être pollué et le localiser
(si présence de sols souillés en surface ou de remblais / d'eaux souterraines peu profonde / de puits / d'un cours d'eau à proximité / de produits volatils / d'émissions de poussières ou de gaz...)

Sols :

Eaux superficielles :

Eaux souterraines :

Air :

MESURES DE MISE EN SÉCURITÉ

Au vu du constat, y a-t'il nécessité de mettre en oeuvre des mesures immédiates de mise en sécurité du site
En cas de nécessité, prévenir les autorités préfectorales et municipales

Enlèvements (fûts ou cuve fuyard, dépôts polluants..) **:**

Restrictions d'accès :

Comblement de vide :

Autres (surveillance, confinement, excavations, risques d'incendies...) **:**

DIVERS

Notes ou remarques

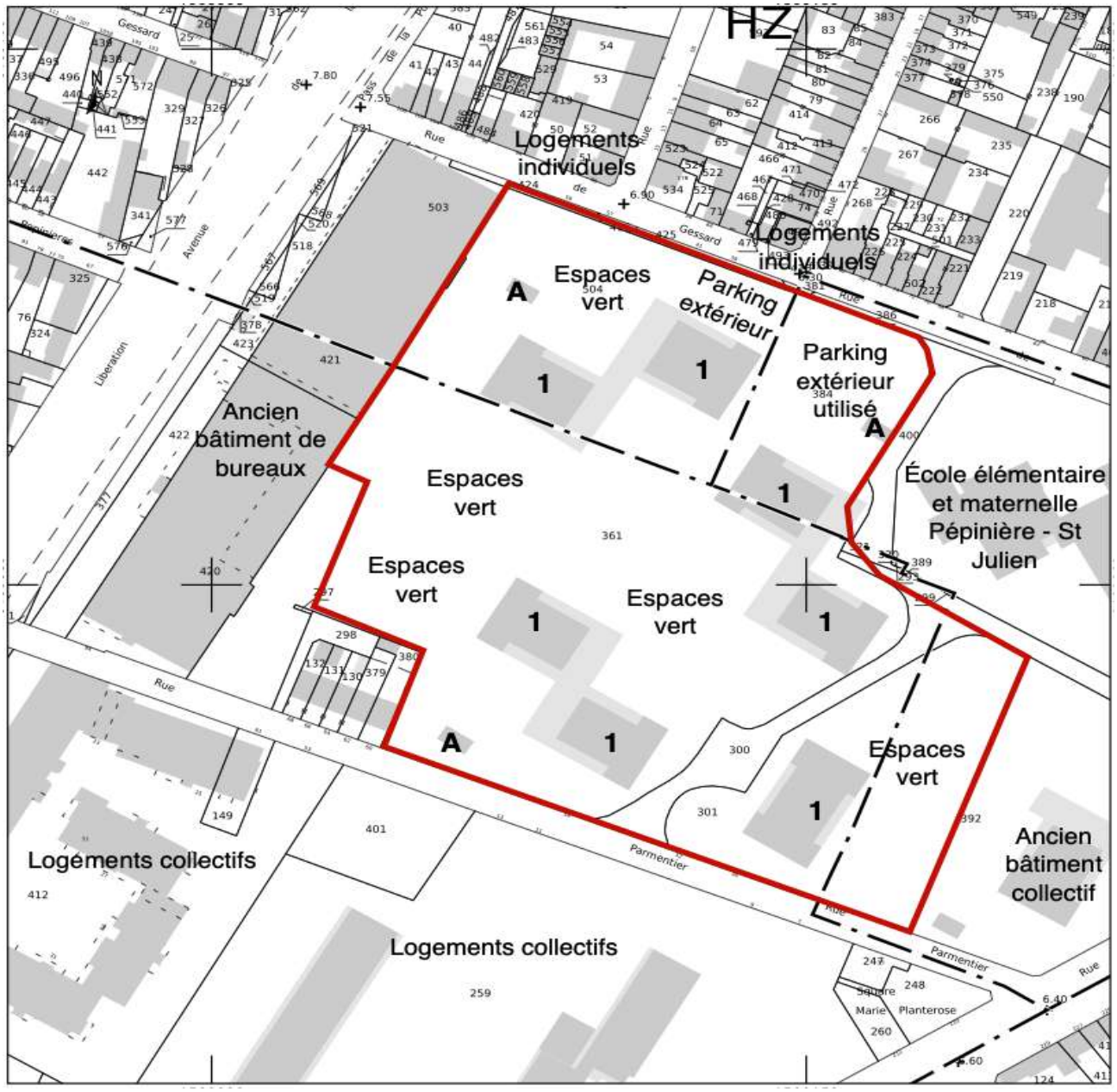
FICHE DE VISITE DE SITE

Référence : ENR/ENV/02/01/01 | Date de révision : 23/01/2019
Indice de révision : V6 | Pagination : 2 pages + plan + photos

CARTE DE LOCALISATION DES OBSERVATIONS SUR LE SITE ET SES ABORDS

Description du site et des alentours

(localisation des indices de bâtiments et de sources potentielles de pollution sur site , puits/piézomètres, occupation des sols, noms des commerces ou entreprises, ...)



FICHE DE VISITE DE SITE

Référence : ENR/ENV/02/01/01
Indice de révision : V6

Date de révision : 23/01/2019
Pagination : 2 pages + plan + photos

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

vue du Sud-Est du site vers le Nord

vue du Sud-Est du site vers l'Ouest

vue du Nord-Ouest du site vers l'Est

vue du Nord-Ouest du site vers le Sud

vue du Nord-Ouest du site vers le Sud

vue du Sud-Ouest du site vers le Nord

vue du Nord du site vers le Sud

vue du centre du site

ANNEXE 3 PLAN DE LOCALISATION DES INVESTIGATIONS PRÉCÉDENTES et COUPE LITHOLOGIQUE DU SONDAGE EFFECTUÉ SUR LA ZONE D'ÉTUDE

Figure 3 : Plan d'implantation des sondages réalisés le 23/10/18

GÉOTEC ENVIRONNEMENT

ROUEN - ZAC PEPINIERES

Forage : F2 **Affaire : 18/06162/CAEN**

Date	: **23/10/2018**	Profondeur	: **2,00 m**	Cote	:
Echelle	: **1/20**	Machine	: **Pelle Mécanique**	X	:
		Angle	:	Y	:

Cote	Prof.	Nature du terrain	Echantillons	Observations Organoleptiques	Outil
	0,00				
-0,30	0,30	Terre végétale limoneuse marron	F2 (0 - 0.3)	APSO	Pelle mécanique
-1,70	1,70	Remblai sablo graveleux gris marron avec cailloux silex et gravats + débris divers (brique rouge, verre, maçonnerie)	F2 (0.3 - 1.70)		
-2,00	2,00	Remblai mâchefer sableux noir avec débris de brique rouge et cailloux	F2 (1.70 - 2)		

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

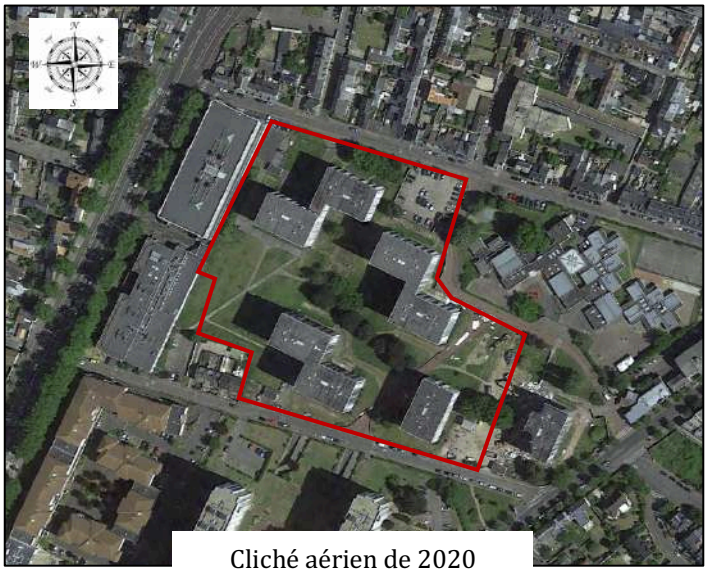
EXGTE 2.30

Observations :

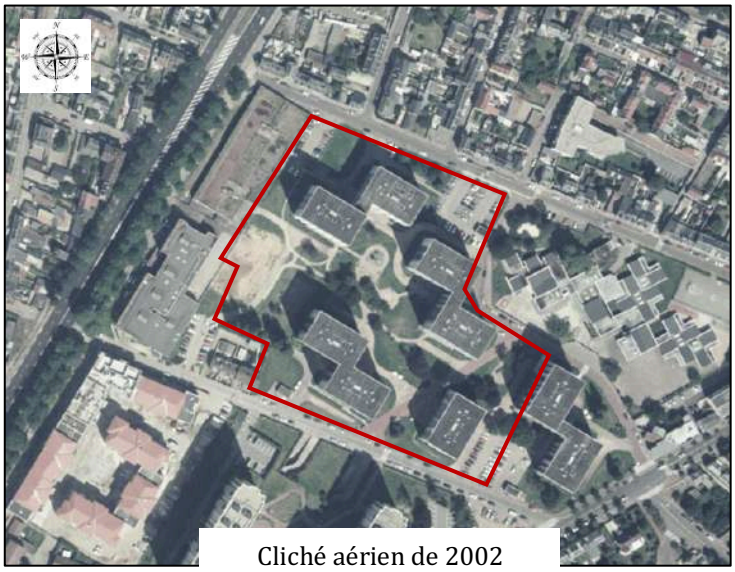
APSO : Aspect Propre Sans Odeur

ANNEXE 4 PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES HISTORIQUES

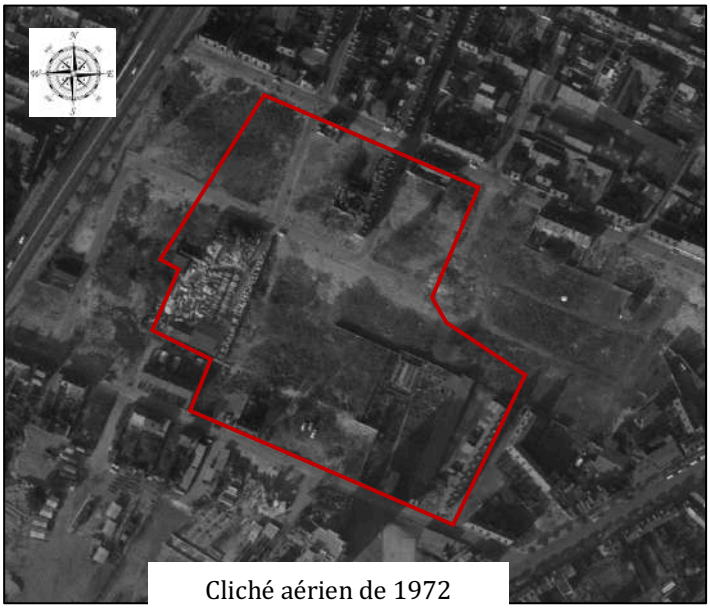
soler ENVIRONNEMENT	CONSULTATION IGN	N° Dossier : MAS 2020.04756
		Chantier : ROUEN (76)
		Mission : DIAG



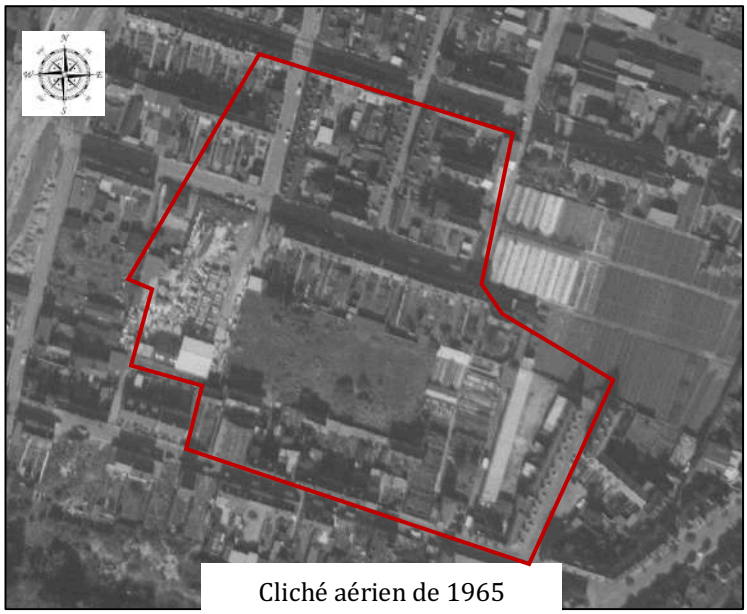
Cliché aérien de 2020



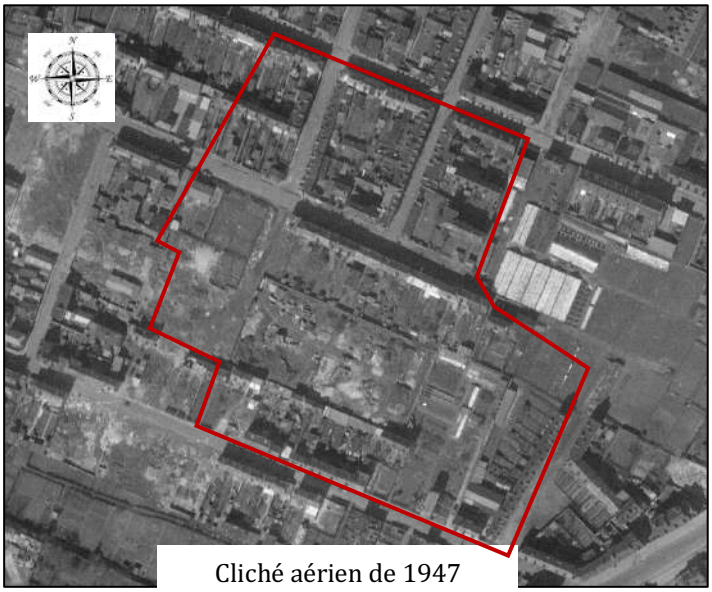
Cliché aérien de 2002



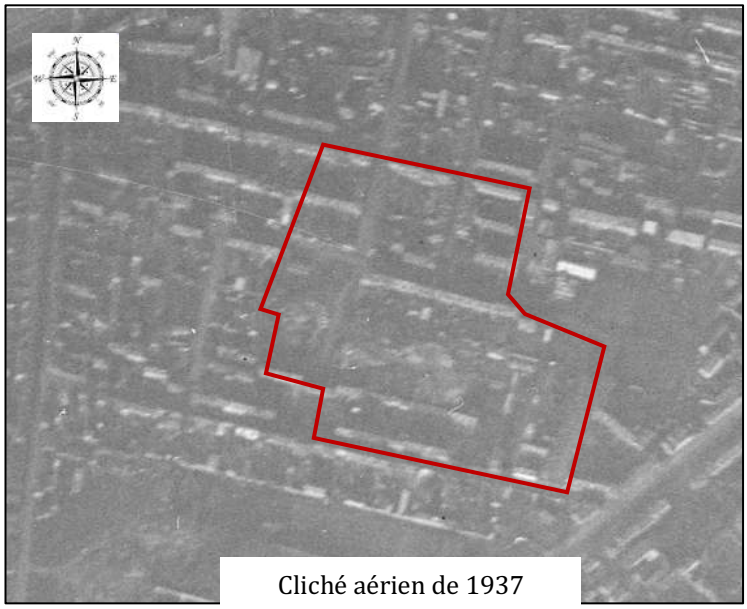
Cliché aérien de 1972



Cliché aérien de 1965



Cliché aérien de 1947



Cliché aérien de 1937

Emprise approximative de la Zone d'étude

Sources : Google Earth et IGN

ANNEXE 5 DOCUMENTS HISTORIQUES CONSULTÉS A LA MAIRIE

RUE ST.JULIEN
GROUPE SCOLAIRE
TERRAIN DE SPORT
RUE DE GESSARD
RUE PARMENTIER
VOIE RAPIDE
44 PARKINGS
49 PARKINGS
50 PARKINGS
36 PARKINGS
632 PLACES INTERNES
ZONE NON AEDIFICANDI LIMITE
AXE VOIE RAPIDE
25.00

Rouen

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté - Égalité - Fraternité

Département Urbanisme et Habitat
Direction de l'Urbanisme Réglementaire
Service Instruction Rouen
Affaire suivie par Isabelle LEFEBVRE \\ MF
Téléphone : 02.35.52.83.30
Mail : isabelle.lefebvre@metropole-rouen-normandie.fr

ROUEN HABITAT
Monsieur VANPOULLE Olivier
5 PLACE DU GENERAL DE GAULLE
BP 16
76001 ROUEN CEDEX 1

Permis de Démolir n° **PD 76540 13 60016**
Dossier délivré le 26/12/2013
Nature des travaux : **Démolition totale**
Adresse des travaux :
36-52-54 Rue PARMENTIER
39-41-57-59 RUE DE GESSARD
190 RUE SAINT JULIEN
76100 ROUEN

Objet : **Autorisation Prorogation - LRAR**

ROUEN, le 06 DEC. 2016

1.UJH.0

Monsieur,

Suite à votre demande déposée dans mes services le **19\09\2016**, je vous prie de trouver ci-joint l'arrêté de prorogation de votre **Permis de Démolir** concernant :

Démolition totale

sur un terrain situé : 36-52-54 Rue PARMENTIER
39-41-57-59 RUE DE GESSARD
190 RUE SAINT JULIEN
76100 ROUEN

Conformément aux dispositions de l'article R.424-15, je vous rappelle que mention du Permis de Démolir doit être affichée sur le terrain par le pétitionnaire dès sa notification pendant toute la durée du chantier et un minimum de deux mois. L'arrêté est également affiché en Mairie pendant deux mois.

Je vous prie, Monsieur, d'agréer l'expression de mes salutations distinguées.

Pour le Maire de ROUEN,
Par délégation,

Christine RAMBAUD
Adjointe chargée de l'Urbanisme

Tout courrier doit être adressé à :
Monsieur le Maire de Rouen
Hôtel de Ville
Place du Général-de-Gaulle
CS 31402
76037 Rouen cedex
Tél. : 02 35 08 69 00
Courriel : rouen@rouen.fr

00027 • 01.14 • Reprographie CREA/Ville de Rouen

ROUEN HABITAT

Office Public de l'Habitat de Rouen

D.A.U
Enregistrée le
19 SEP. 2016

Monsieur le Maire de ROUEN
Hôtel de Ville
Place du Général de Gaulle
76037 ROUEN Cedex

Objet : *Démolition du groupe Les Pépinières*
Demande de prorogation
Affaire suivie par : *Éric FORNI*
☎ : *02.35.15.61.24*

Le 16 septembre 2016

Monsieur le Maire,

Dans le cadre du projet de renouvellement urbain du quartier Les Pépinières, vous nous avez délivré un permis de démolir pour ce groupe comptant 544 logements situé rues Parmentier, de Gessard et Saint Julien à Rouen.

Cet arrêté, n°76540 13 6 0016 (258133), nous a été délivré en date du 26 décembre 2013, pour une durée de trois ans. En raison de la complexité des études de démolition en lien avec la problèmatique amiante et des opérations de relogement, menées en étroite collaboration avec vos services, nous ne serons pas en capacité de démarrer le chantier dans les délais légaux.

C'est la raison pour laquelle nous sollicitons une prorogation de délais d'un an pour le dit permis de démolir, comme l'autorise l'article R 424-21 du Code de l'Urbanisme.

Vous remerciant par avance de l'attention que vous porterez à notre demande et restant à votre disposition pour toute information complémentaire, je vous prie de croire, Monsieur le Maire, en l'assurance de mes salutations distinguées.

Frank COHEN SOLAL
Directeur du Développement et du Patrimoine

Permis de démolir
délivré par le Maire au nom de la commune

Demande de permis de démolir déposée le 26.06.2013 Dossier n° 76540 13 6 0016 (258133)

Par : ROUEN HABITAT
Représenté(e) par Monsieur VANPOULLE Olivier

Demeurant : 5 PLACE DU GENERAL DE GAULLE
B.P. 16
76001 ROUEN CEDEX 1

Pour : Démolition totale

Sur un terrain : 36-52-54 RUE PARMENTIER
39-41-57-59 RUE DE GESSARD
190 RUE SAINT JULIEN

Nombre de logements démolis : 544

LE MAIRE DE ROUEN

Vu la demande de permis de démolir susvisée et les plans y annexés
Vu le Code de l'Urbanisme
Vu la délibération du Conseil Municipal du 24 septembre 2004 approuvant le Plan Local d'Urbanisme
Vu les délibérations du Conseil Municipal du 26 septembre 2005, 12 juillet 2007, 15 mai 2009, 21 janvier 2011, 6 juillet 2012 et 11 octobre 2013 modifiant le Plan Local d'Urbanisme
Vu la délibération du Conseil Municipal du 27 janvier 2012 approuvant la révision du Plan Local d'Urbanisme
Vu le règlement afférent à la zone UAb
Vu l'article L621-31 du Code du Patrimoine
Vu l'avis favorable du Service Territorial de l'Architecture et du Patrimoine en date du 22.07.2013

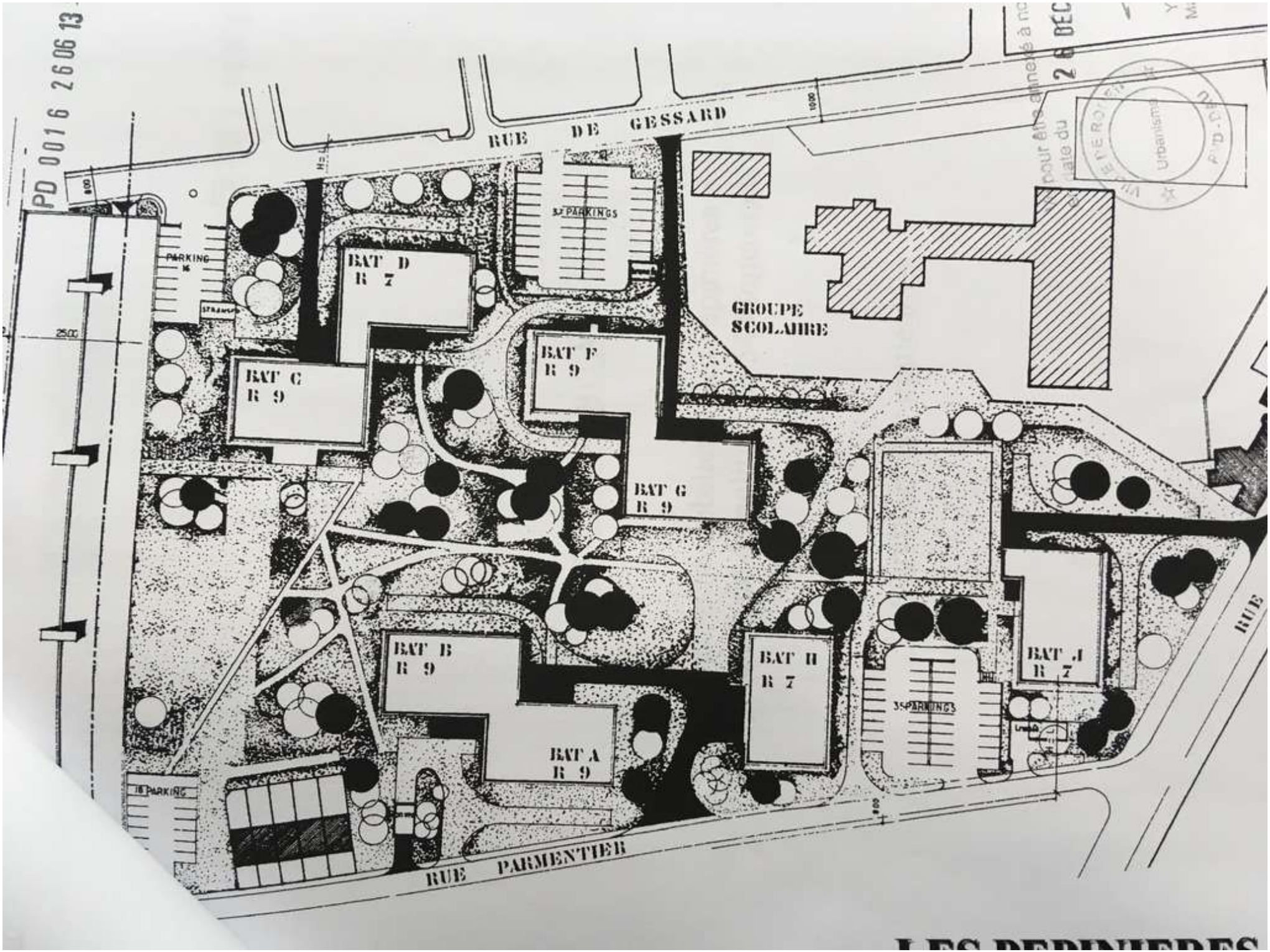
ARRETE

Article 1er – Le présent permis de démolir est délivré sous les réserves suivantes :

- L'avis ci-joint du Service de l'Hygiène et de la Salubrité Publiques devra être respecté.
- L'occupation du domaine public devra faire l'objet d'une demande distincte auprès de la Direction des Espaces Publics et Naturels (Tél: 02.35.08.87.45.) (ci-joint, formulaire).

ROUEN, le 26 DEC. 2013

Yvon ROBERT
Maire de Rouen



LES PERINIERES

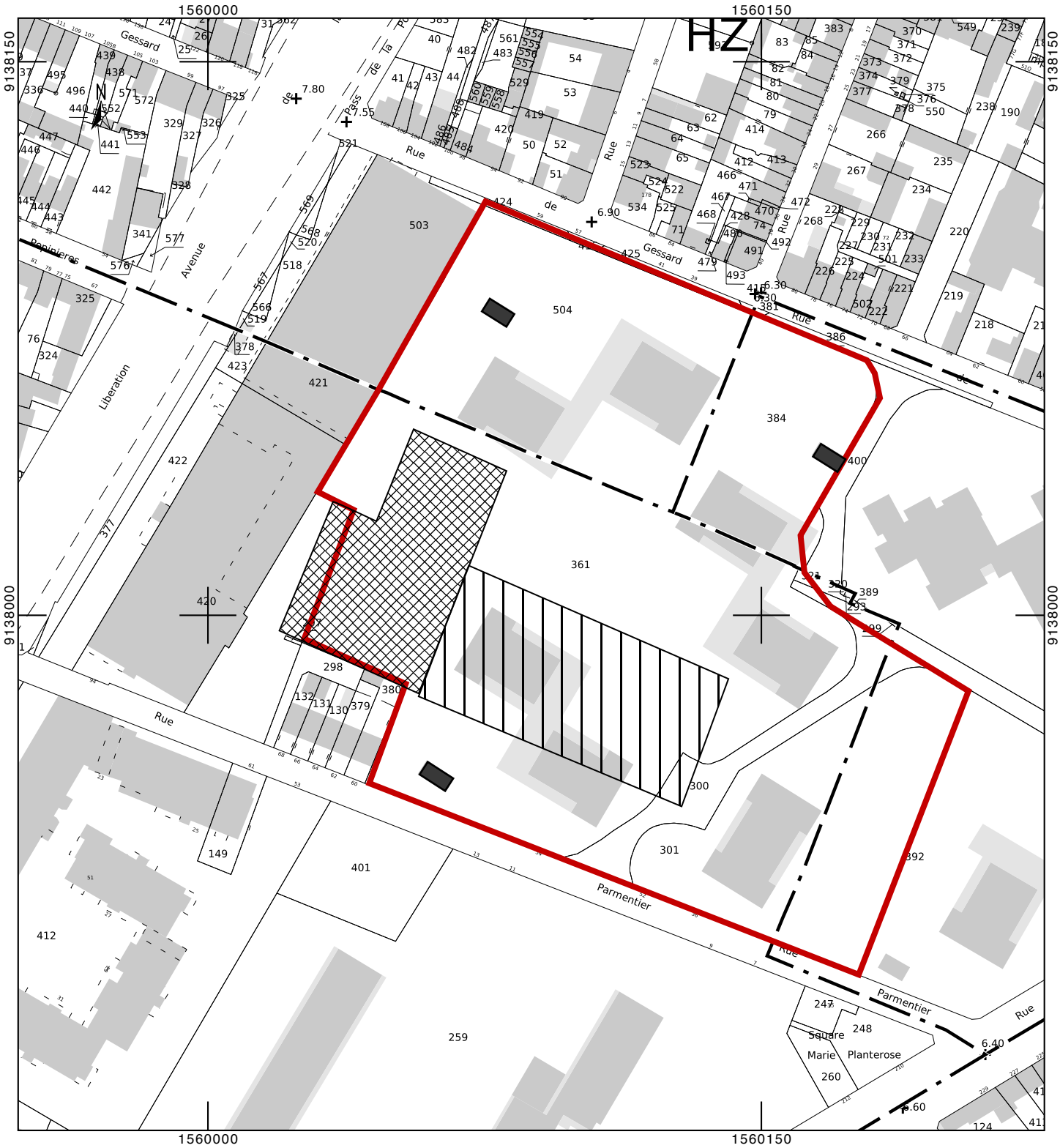
ANNEXE 6 PLAN DE LOCALISATION DES SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

LOCALISATION DES SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

N° Dossier : E SE MAS 2020.04756

Chantier : ROUEN (76)

Mission : DIAG



Légende :

Emprise du projet

Sources potentielles de pollutions :

Transformateur

Localisation approximation d'une ancienne activité (casse automobile supposée)

Localisation approximation d'une ancienne zone remaniée

Document en date du 20/10/2021 - Format A4 - échelle 1 / 1 500

20 m

ANNEXE 7 FICHES SIS A PROXIMITÉ DU SITE

Fiche Détaillée

Description du site

Nom :	Gasly
Adresse :	82 RUE DES LIMITES
Commune principale :	76498 LE PETIT QUEVILLY
Code - Libellé NAF :	E13 - Blanchiment, teinture, impression
Description :	Le site GASLY est implanté en zone d'habitat DENSE et en zone d'industrie légère. Il a accueilli des activités de type Blanchiment, teinture, impression. Observations: pollution type métallique et solvants halogénés

Conclusions de l'administration sur l'état des sols

Date de dernière mise à jour des informations :	30/09/2020

Terrain répertorié en Secteur d'Informations sur les Sols (SIS)

Identifiant :	SSP00049010101
Ancien identifiant SIS :	76SIS07356
Description : 1	Le site GASLY est implanté en zone d'habitat DENSE et en zone d'industrie légère. Il a accueilli des activités de type Blanchiment, teinture, impression. Observations: pollution type métallique et solvants halogénés

Synthèse de l'action de l'administration

Date de dernière mise à jour :	11/06/2021
Description : 3	Le site a été réhabilité pour un usage résidentiel collectif et commercial (logements collectifs avec espaces verts et zones de parkings). Il reste néanmoins des terres polluées notamment aux métaux sur le site. La mise en place au droit du site de servitudes restreignant les usages du sol, du sous-sol et des eaux souterraines est donc nécessaire. Les études suivantes ont été menées : - Études des sols et Évaluation simplifiée des Risques (ANTEA – juillet 2006) - Mémoire de cessation d'activité (ANTEA – juillet 2006) - Évaluation de la qualité des eaux souterraines (HPC – septembre 2006) - Diagnostic approfondi et Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (HPC – mars 2007)

- Investigations complémentaires, Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires et plan de gestion (HPC – septembre 2009)
- Investigations complémentaires et mise à jour du plan de gestion (HPC – décembre 2009)
- Analyse des Risques Résiduels (HPC – juillet 2010)

L'Analyse des Risques Résiduels recommande d'assurer la mise en place du recouvrement de l'ensemble du site par une servitude réglementaire. En outre, l'absence d'usage des eaux souterraines au droit du site a été pris comme postulat dans cette même étude. Les éventuels futurs affouillements du sol doivent par ailleurs être encadrés, de même qu'un éventuel changement d'usage.

En conséquence, compte tenu de la présence de polluants dans les sols et les eaux souterraines au droit du site, l'inspection des installations classées demande que les dispositions suivantes soient reprises dans des servitudes :
- La culture de légumes et de fruits est interdite au droit de l'ensemble du site ;
- La réalisation de travaux d'affouillement sur le site n'est possible que sous la condition de mettre en œuvre un plan hygiène/sécurité pour la protection de la santé des travailleurs et des employés du site au cours des travaux :
- Tout pompage, toute utilisation de l'eau de la nappe au droit du site sont interdits ;
- S'agissant d'intervention ne remettant pas en cause l'usage du terrain, les sols et matériaux excavés pourront éventuellement être réutilisés en remblais sur le site dans la mesure où ils seront recouverts d'un revêtement garantissant leur confinement. A défaut, tous les sols et matériaux excavés devront faire l'objet d'un traitement adapté ;
- Tout type d'intervention remettant en cause les conditions de confinement, tout changement d'usage du site, toute utilisation de la nappe, par une quelconque personne physique ou morale, publique ou privée, nécessite la réalisation, aux frais et sous la responsabilité du propriétaire, d'étude technique (par exemple plan de gestion) garantissant l'absence de risque pour la santé et l'environnement en fonction des travaux projetés ;
- Si des parcelles du site font l'objet d'une mise à disposition à un tiers (exploitant, locataire), à titre gratuit ou onéreux, le propriétaire s'engage à informer les occupants sur les restrictions d'usage susvisées en les obligeant à les respecter. Le propriétaire s'engage, en cas de mutation à titre gratuit ou onéreux de parcelles du site, à dénoncer au nouvel ayant droit les restrictions d'usage dont elles sont grevées, en obligeant ledit ayant-droit à les respecter en ses lieux et place.

En outre, en ce qui concerne les espaces verts, l'inspection des installations classées demande qu'un grillage avertisseur soit mis en place sous la terre végétale de couverture dès lors qu'il subsiste dans les couches inférieures proches des remblais pollués.

Géolocalisation

Parcelles concernées par le SIS :

Commune	Feuille	Section	Numéro	Code dép.
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	576	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	578	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	591	76

Plans cartographiques :

Centroïde de la classification
Cartes IGN - IGN

Identifiant : SSP00049010101

Périmètre de la classification
Parcelles cadastrales - IGN

Identifiant : SSP00049010101

Coordonnées du centroïde : 118 853,1 ; 6 347 440,2 (Web Mercator Sphérique (EPSG:3857))

Superficie estimée : 19 339 m^2

1 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont généralement issues de la base de données relative aux secteurs d'information sur les sols (SIS) dont l'information était assurée par le géoportail des risques du Ministère chargé de l'environnement (www.georisques.gouv.fr)
3 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont issues de la base de données BASOL (avant 2020) ou la base de données SIS s'ils n'étaient pas répertoriés dans BASOL.

Fiche Détaillée

Description du site

Nom :	lot A2 et A3 place des chartreux
Adresse :	PLACE DES CHARTREUX
Commune principale :	76498 LE PETIT QUEVILLY
Description :	Historique: Station de tramway construite en 1985 qui restera jusqu'en 1951. De 1946 à 1972: présence de bungalows. Résultats des investigations: - sur les sols bruts: la présence de HCT et de HAP - sur les éluats: la présence de fluorure, de fraction soluble, Des travaux de dépollution sont réalisés dans le cadre de la construction de logements. Observations: données transmises par la métropole

Conclusions de l'administration sur l'état des sols

Date de dernière mise à jour des informations :	30/09/2020

Terrain répertorié en Secteur d'Informations sur les Sols (SIS)

Identifiant :	SSP00046850101
Ancien identifiant SIS :	76SIS07008
Description : 1	Historique: Station de tramway construite en 1985 qui restera jusqu'en 1951. De 1946 à 1972: présence de bungalows. Résultats des investigations: - sur les sols bruts: la présence de HCT et de HAP - sur les éluats: la présence de fluorure, de fraction soluble, Des travaux de dépollution sont réalisés dans le cadre de la construction de logements. Observations: données transmises par la métropole

Synthèse de l'action de l'administration

Date de dernière mise à jour :	30/09/2020
Description : 3	Historique: Station de tramway construite en 1985 qui restera jusqu'en 1951. De 1946 à 1972: présence de bungalows.

Résultats des investigations:
- sur les sols bruts: la présence de HCT et de HAP
- sur les éluats: la présence de fluorure, de fraction soluble,

Des travaux de dépollution sont réalisés dans le cadre de la construction de logements.
Observations: données transmises par la métropole

Géolocalisation

Parcelles concernées par le SIS :

Commune	Feuille	Section	Numéro	Code dép.
LE PETIT QUEVILLY	1	AR	588	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AR	587	76

Plans cartographiques :

Centroïde de la classification
Cartes IGN - IGN

Identifiant : SSP00046850101

Périmètre de la classification
Parcelles cadastrales - IGN

Identifiant : SSP00046850101

Coordonnées du centroïde : 118 723,7 ; 6 347 049,8 (Web Mercator Sphérique (EPSG:3857))

Superficie estimée : 20 966 m2

1 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont généralement issues de la base de données relative aux secteurs d'information sur les sols (SIS) dont l'information était assurée par le géoportail des risques du Ministère chargé de l'environnement (www.georisques.gouv.fr)
3 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont issues de la base de données BASOL (avant 2020) ou la base de données SIS s'ils n'étaient pas répertoriés dans BASOL.

Fiche Détaillée

Description du site

Nom :	site rue saint julien
Adresse :	RUE DE SAINT-JULIEN
Commune principale :	76540 ROUEN
Description :	Aucune information précise relative à l'historique du site n'a pu être obtenue. Les résultats d'analyses des sols ont mis en évidence la présence des éléments suivants: - des métaux: Arsenic, Cadmium, Cuivre, Plomb et Sinc - naphtalène, - HAP, - Hydrocarbures . Observations: informations transmises par la métropole

Conclusions de l'administration sur l'état des sols

Date de dernière mise à jour des informations :	30/09/2020

Terrain répertorié en Secteur d'Informations sur les Sols (SIS)

Identifiant :	SSP00046690101
Ancien identifiant SIS :	76SIS06992
Description : 1	Aucune information précise relative à l'historique du site n'a pu être obtenue. Les résultats d'analyses des sols ont mis en évidence la présence des éléments suivants: - des métaux: Arsenic, Cadmium, Cuivre, Plomb et Sinc - naphtalène, - HAP, - Hydrocarbures . Observations: informations transmises par la métropole

Synthèse de l'action de l'administration

Date de dernière mise à jour :	30/09/2020
Description : 3	Aucune information précise relative à l'historique du site n'a pu être obtenue. Les résultats d'analyses des sols ont mis en évidence la présence des éléments suivants: - des métaux: Arsenic, Cadmium, Cuivre, Plomb et Sinc - naphtalène,

- HAP,
- Hydrocarbures .

Observations: informations transmises par la métropole

Géolocalisation

Parcelles concernées par le SIS :

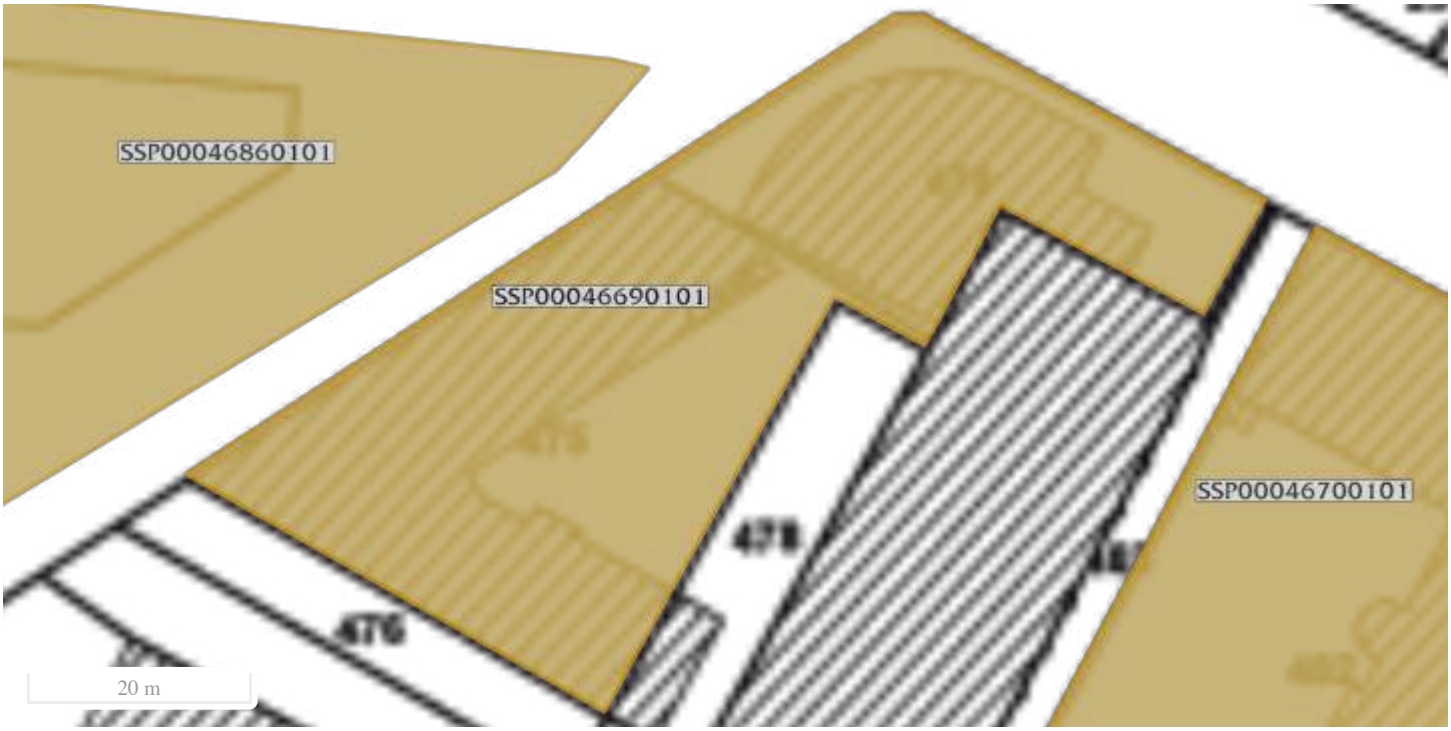
Commune	Feuille	Section	Numéro	Code dép.
ROUEN	1	HY	479	76
ROUEN	1	HY	475	76

Plans cartographiques :

Centroïde de la classification

Cartes IGN - IGN

Identifiant : SSP00046690101



Périmètre de la classification
Parcelles cadastrales - IGN

Identifiant : SSP00046690101

Coordonnées du centroïde : 119 050,5 ; 6 347 040,2 (Web Mercator Sphérique (EPSG:3857))

Superficie estimée : 6 073 m2

1 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont généralement issues de la base de données relative aux secteurs d'information sur les sols (SIS) dont l'information était assurée par le géoportail des risques du Ministère chargé de l'environnement (www.georisques.gouv.fr)
3 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont issues de la base de données BASOL (avant 2020) ou la base de données SIS s'ils n'étaient pas répertoriés dans BASOL.

Fiche Détaillée

Description du site

Nom :	place des chartreux
Adresse :	PLACE DES CHARTREUX
Commune principale :	76498 LE PETIT QUEVILLY
Description :	Présence d'un impact en HAP et de fraction soluble et de sulfates sur éluats. Observations: données transmises par la métropole

Conclusions de l'administration sur l'état des sols

Date de dernière mise à jour des informations :	30/09/2020

Terrain répertorié en Secteur d'Informations sur les Sols (SIS)

Identifiant :	SSP00046860101
Ancien identifiant SIS :	76SIS07009
Description : 1	Présence d'un impact en HAP et de fraction soluble et de sulfates sur éluats. Observations: données transmises par la métropole

Synthèse de l'action de l'administration

Date de dernière mise à jour :	30/09/2020
Description : 3	Présence d'un impact en HAP et de fraction soluble et de sulfates sur éluats. Observations: données transmises par la métropole

Géolocalisation

Parcelles concernées par le SIS :

Commune	Feuille	Section	Numéro	Code dép.
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	595	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	599	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	598	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	597	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	594	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	596	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	593	76
LE PETIT QUEVILLY	1	AP	600	76

LE PETIT QUEVILLY	1	AR	589	76
ROUEN	1	HY	485	76
ROUEN	1	HY	484	76

Plans cartographiques :

Centroïde de la classification
Cartes IGN - IGN

Identifiant : SSP00046860101

Périmètre de la classification

Parcelles cadastrales - IGN

Identifiant : SSP00046860101

Coordonnées du centroïde :	118 888,6 ; 6 347 055 (Web Mercator Sphérique (EPSG:3857))
Superficie estimée :	22 810 m^2

1 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont généralement issues de la base de données relative aux secteurs d'information sur les sols (SIS) dont l'information était assurée par le géoportail des risques du Ministère chargé de l'environnement (www.georisques.gouv.fr)
3 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont issues de la base de données BASOL (avant 2020) ou la base de données SIS s'ils n'étaient pas répertoriés dans BASOL.

Fiche Détaillée

Description du site

Nom :	"lot square" sis rue Chanzy
Adresse :	RUE CHANZY
Commune principale :	76540 ROUEN
Description :	Le site a notamment accueilli la caserne Richepanse qui comprenait des logements, des locaux de service, des écuries, une place d'armes et des cuves aériennes mono-compartimentées. Le diagnostic de l'état des sols réalisé en 2010 a permis de mettre en évidence: - une zone impactée des PCB en bordure Sud, - une zone impactée par des hydrocarbures C10-C40 en bordure Sud, - une zone impactée par des hydrocarbures C10-C40 et du Benzoapyrène en partie Nord-ouest, - une zone impactée par des hydrocarbures en partie Sud. Observations: informations transmises par la métropole

Conclusions de l'administration sur l'état des sols

Date de dernière mise à jour des informations :	30/09/2020

Terrain répertorié en Secteur d'Informations sur les Sols (SIS)

Identifiant :	SSP00046700101
Ancien identifiant SIS :	76SIS06993
Description : 1	Le site a notamment accueilli la caserne Richepanse qui comprenait des logements, des locaux de service, des écuries, une place d'armes et des cuves aériennes mono-compartimentées. Le diagnostic de l'état des sols réalisé en 2010 a permis de mettre en évidence: - une zone impactée des PCB en bordure Sud, - une zone impactée par des hydrocarbures C10-C40 en bordure Sud, - une zone impactée par des hydrocarbures C10-C40 et du Benzoapyrène en partie Nord-ouest, - une zone impactée par des hydrocarbures en partie Sud. Observations: informations transmises par la métropole

Synthèse de l'action de l'administration

Date de dernière mise à jour :	30/09/2020

Description : 3

Le site a notamment accueilli la caserne Richepanse qui comprenait des logements, des locaux de service, des écuries, une place d'armes et des cuves aériennes mono-compartimentées.

Le diagnostic de l'état des sols réalisé en 2010 a permis de mettre en évidence:
- une zone impactée des PCB en bordure Sud,
- une zone impactée par des hydrocarbures C10-C40 en bordure Sud,
- une zone impactée par des hydrocarbures C10-C40 et du Benzoapyrène en partie Nord-ouest,
- une zone impactée par des hydrocarbures en partie Sud.
Observations: informations transmises par la métropole

Géolocalisation

Parcelles concernées par le SIS :

Commune	Feuille	Section	Numéro	Code dép.
ROUEN	1	HY	482	76

Plans cartographiques :

Centroïde de la classification
Cartes IGN - IGN

Identifiant : SSP00046700101

Périmètre de la classification
Parcelles cadastrales - IGN

Identifiant : SSP00046700101

Coordonnées du centroïde :	119 143,2 ; 6 346 992 (Web Mercator Sphérique (EPSG:3857))
Superficie estimée :	7 079 m2

1 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont généralement issues de la base de données relative aux secteurs d'information sur les sols (SIS) dont l'information était assurée par le géoportail des risques du Ministère chargé de l'environnement (www.georisques.gouv.fr)
3 Pour les sites renseignés avant 2020, les informations sont issues de la base de données BASOL (avant 2020) ou la base de données SIS s'ils n'étaient pas répertoriés dans BASOL.

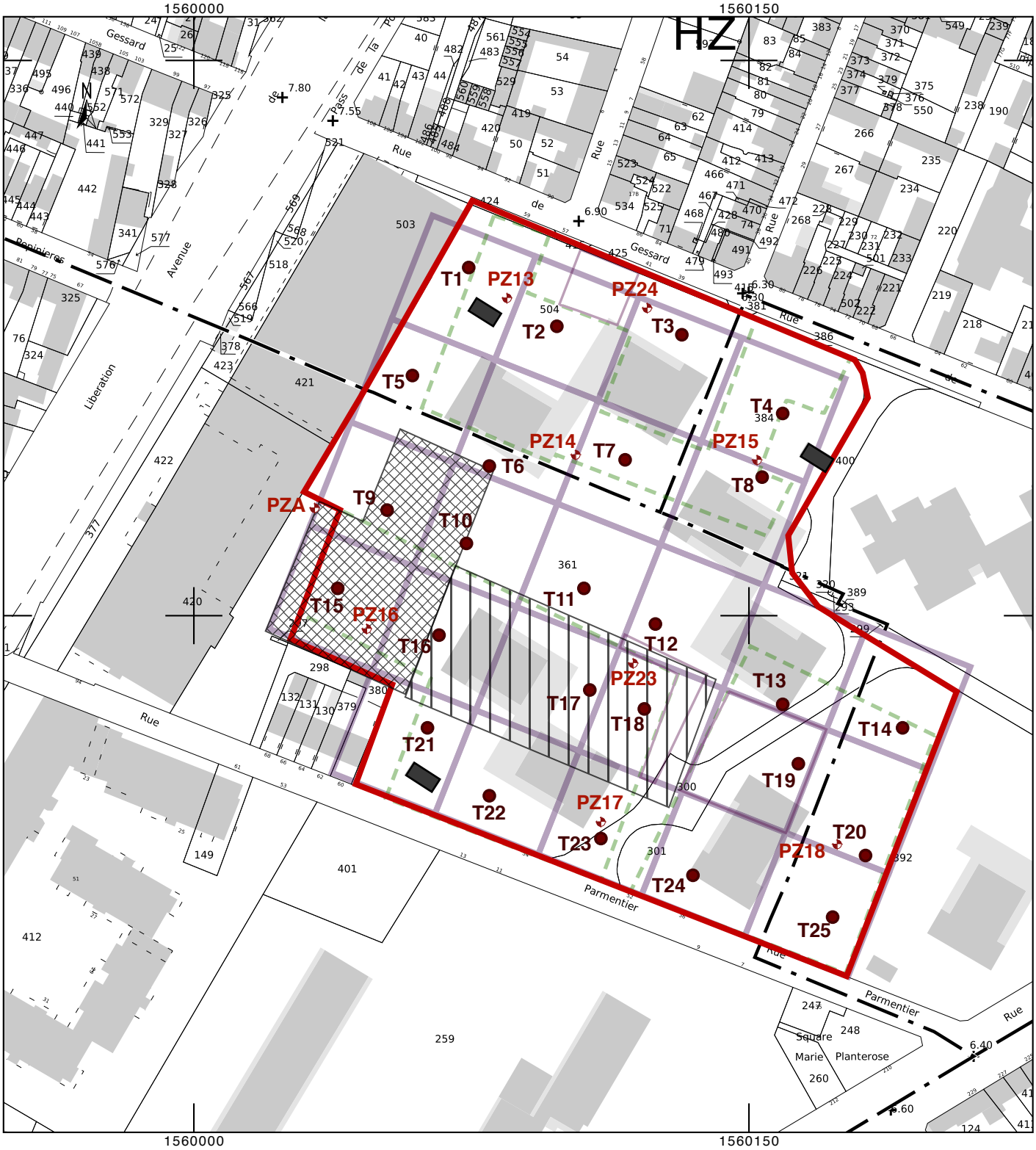
ANNEXE 8 PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS

LOCALISATION DES INVESTIGATIONS

N° Dossier : E SE MAS 2020.04756

Chantier : ROUEN (76)

Mission : DIAG



Légende :

- Emprise du projet
- Emprise des futurs sous-sols

Sources potentielles de pollutions :

- Transformateur
- Localisation approximation d'une ancienne activité (casse automobile supposée)
- Localisation approximation d'une ancienne zone remaniée

Investigations :

- Sondages à 4 mètres de profondeur
- Piézomètres présents

Maillage 30 par 30 mètres Document en date du 20/10/2021 - Format A4 - échelle 1 / 1 500 20 m

ANNEXE 9 COUPES LITHOLOGIQUES

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25
Date : 26/08/2021
Heure : 09H50

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

SONDAGE T1

Mission A200

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique		Echantillon
0	Enrobé	0.05 m	0.05 m
	Remblais sableux marron clair + quelques silex et briques	1.00 m	T1/0.05-1 1.00 m
1	Sable jaune orangé + quelques silex	2.00 m	T1/1-2 2.00 m
2	Sable marron clair + quelques silex	3.00 m	3.00 m
3	Sable marron clair légèrement orangé + quelques silex	4.00 m	T1/3-4 4.00 m
4			
5			

Obs. : 49°25'37.3" N
1°04'16.7" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 26/08/2021
Heure : 09H00

SONDAGE T2

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Enrobé 0.05 m	0.05 m
1	Remblais sableux graveleux marron clair + silex + briques 2.00 m	T2/0.05-1 1.00 m
2	Remblais sableux marron clair jaunâtre + quelques briques et cailloutis 3.00 m	T2/2-3 3.00 m
3	Sable marron clair jaunâtre + cailoutis 4.00 m	T2/3-4 4.00 m
4		
5		

Obs. : 49°25'36.3" N
1°04'17.1" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 26/08/2021
Heure : 10H20

SONDAGE T3

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais argile sableuse marron foncé à noir + silex (1.00 m)	0.05 m; T3/0-1 (1.00 m)
1	Remblais argile sableuse marron foncé à noir + silex + rares briques (3.00 m)	T3/1-3 (3.00 m)
3	Remblais sable marron foncé + cailloutis (4.00 m)	T3/3-4 (4.00 m)
4		
5		

Obs. : 49°25'36.4" N
1°04'16.8" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 26/08/2021
Heure : 11H30

SONDAGE T4

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Enrobé 0.05 m	0.05 m
1	Remblais sableux marron clair + quelques cailloutis + rares briques 2.00 m	T4/0.05-2 2.00 m
2	Remblais sableux marron clair + cailloutis 3.00 m	T4/2-3 3.00 m
3	Sable marron jaunâtre + cailloutis 4.00 m	T4/3-4 4.00 m
4		
5		

Obs. : 49°25'35.9" N
1°04'19.1" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 26/08/2021
Heure : 09H35

SONDAGE T5

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable limoneux marron foncé + cailloutis (1.00 m)	T5/0-1 (1.00 m)
1	Remblais sable limoneux marron à marron foncé + briques + cailloutis (2.00 m)	(2.00 m)
2	Remblais sable marron avec passages jaunâtres + cailloutis (3.00 m)	T5/2-3 (3.00 m)
3	Remblais sable marron plus ou moins foncé + cailloutis quelques briques (4.00 m)	T5/3-4 (4.00 m)
4		
5		

Obs. : 49°25'35.9" N
1°04'14.6" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 26/08/2021
Heure : 09H20

SONDAGE T6

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable marron + quelques cailloutis (1.00 m)	T6/0-1 (1.00 m)
1	Sable marron clair jaune + quelques cailloutis (3.00 m)	T6/1-2 (2.00 m)
2		
3	Sable marron clair légèrement jaunâtre + rares cailloutis (4.00 m)	T6/3-4 (4.00 m)
4		
5		

Obs. : 49°25'36.3" N
1°04'15.4" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 26/08/2021
Heure : 11H00

SONDAGE T7

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0 – 2.00 m	Remblais sable légèrement limoneux marron clair + silex + briques	T7/0-2 (2.00 m)
2.00 – 3.00 m	Remblais sable marron clair + cailloutis + quelques briques	T7/2-3 (3.00 m)
3.00 – 4.00 m	Remblais sable marron clair jaunâtre + quelques cailloutis	T7/3-4 (4.00 m)
4 – 5		

Obs. : 49°25'34.5" N
1°04'19.9" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 26/08/2021
Heure : 10H40

SONDAGE T8

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0 – 2.00 m	Remblais sable marron + cailloutis + nombreuses briques	T8/0-2 (2.00 m)
2.00 m – 3.00 m	Remblais sable marron orangé + rares cailloutis	T8/2-3 (3.00 m)
3.00 m – 4.00 m	Remblais sable marron orangé + rares cailloutis et briques	T8/3-4 (4.00 m)

Obs. : 49°25'35.5" N
1°04'18.9" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 12H30

SONDAGE T9

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0 – 2.00 m	Remblais sable et graviers marron + traces de briques	T9/0-2 (2.00 m)
2.00 m – 3.00 m	Remblais sable gris noir (Légère humidité)	T9/2-3 (3.00 m)
3.00 m – 4.00 m	Remblais sable noir + mâchefers (Humide)	T9/3-4 (4.00 m)

Obs. : 49°25'36.1" N
1°04'14.4" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 12H10

SONDAGE T10

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable noir + rares briques + mâchefers (1.00 m)	T10/0-1 (1.00 m)
1	Remblais sableux limoneux noir + mâchefers + ferrailles + traces de briques (3.00 m)	T10/1-3 (3.00 m)
3	Sable marron + silex (4.00 m)	T10/3-4 (4.00 m)
4		
5		

Obs. : 49°25'32.0" N
1°04'17.7" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 11H50

SONDAGE T11

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable et graviers marron foncé + briques (1.00 m)	T11/0-1 (1.00 m)
1	Sable marron clair + petits silex (4.00 m)	T11/1-3 (3.00 m)
2		
3		T11/3-4 (4.00 m)
4		
5		

Obs. :

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 11H30

SONDAGE T12

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable et graviers marron foncé + traces de briques (1.00 m)	T12/0-1 (1.00 m)
1	Sable beige + silex (4.00 m)	T12/1-2 (2.00 m)
2		T12/2-4 (4.00 m)
3		
4		
5		

Obs. : 49°25'35.0" N
1°04'19.0" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 10H15

SONDAGE T13

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0 – 2.00 m	Remblais sable et graviers marron + rares briques	T13/0-1 (1.00 m); T13/1-2 (2.00 m)
2.00 m – 3.00 m	Sable marron + silex	T13/2-3 (3.00 m)
3.00 m – 4.00 m	Sable marron (Légère humidité)	

Obs. : 49°25'32.9" N
1°04'18.9" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 09H30

SONDAGE T14

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais limon sableux graveleux marron foncé (1.00 m)	T14/0-1 (1.00 m)
1	Remblais limon sableux graveleux + briques + mâchefers (2.50 m)	T14/1-2.5 (2.50 m)
2		
3	Sable marron + silex (Humide) (3.50 m)	T14/2.5-3.5 (3.50 m)
	Marne beige (Saturé en humidité) (4.00 m)	
4		
5		

Obs. : 49°25'33.8" N
1°04'21.2" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 13H00

SONDAGE T15

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sableux limoneux graveleux marron + mâchefers + traces de briques (1.00 m)	T15/0-1 (1.00 m)
1	Remblais sableux limoneux graveleux noir + mâchefers + briques (3.00 m)	T15/1-2 (3.00 m)
2		
3	Remblais sableux limoneux graveleux noir + mâchefers + briques (Légère humidité) (4.00 m)	T15/3-4 (4.00 m)
4		
5		

Obs. : 49°25'34.8" N
1°04'12.6" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 26/08/2021
Heure : 09H00

SONDAGE T16

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique		Echantillon
0	Remblais sable et graviers gris marron + quelques briques	1.00 m	1.00 m
1	Remblais sable marron + cailloutis + quelques briques	2.00 m	T16/1-2 2.00 m
2	Remblais sable marron + cailloutis + mâchefers + quelques briques	3.00 m	T16/2-3 3.00 m
3	Remblais sable marron + silex + quelques briques	4.00 m	T16/3-4 4.00 m
4			
5			

Obs. :

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 11H15

SONDAGE T17

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique		Echantillon
0	Pavés	0.10 m	0.10 m
	Remblais sableux limoneux graveleux marron foncé + débris (plâtre, nombreuses briques, mâchefers)	1.00 m	T17/0.1-1 1.00 m
1	Remblais sableux limoneux graveleux marron foncé + débris (plâtre, nombreuses briques, quelques mâchefers)	2.00 m	T17/1-2 2.00 m
2	Remblais sable marron foncé + briques + rares mâchefers	3.50 m	T17/2-3.5 3.50 m
3	Marne beige	4.00 m	
4			
5			

Obs. : 49°25'34.3" N
1°04'17.6" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 10H50

SONDAGE T18

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable marron + nombreuses briques + rares débris de verre (1.00 m)	T18/0-1 (1.00 m)
1	Remblais limon sableux + briques + plâtre (3.50 m)	T18/1-3 (3.00 m)
3		T18/3-3.5 (3.50 m)
	Marne calcaire beige (4.00 m)	
4		
5		

Obs. : 49°25'33.8" N
1°04'18.6" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 10H00

SONDAGE T19

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable et graviers marron + rares débris de briques (1.00 m)	T19/0-1 (1.00 m)
1	Remblais sable et graviers marron gris + rares débris de briques (2.00 m)	T19/1-2 (2.00 m)
2	Remblais limon et graviers marron foncé + rares débris de briques (4.00 m)	T19/2-4 (4.00 m)
3		
4		
5		

Obs. : 49°25'34.2" N
1°04'20.3" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 09H15

SONDAGE T20

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0 – 2.90 m	Remblais sable et graviers marron foncé + nombreuses briques	T20/0-2 (2.00 m); T20/2-2.9 (2.90 m)
2.90 – 3.70 m	Sable marron clair + silex	T20/2.9-3.7 (3.70 m)
3.70 – 4.00 m	Marne calcaire beige	

Obs. : 49°25'33.0" N
1°04'21.2" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 26/08/2021
Heure : 08H45

SONDAGE T21

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable et graviers marron + quelques briques	T21/0-1 1.00 m
1		
2		2.00 m
	Remblaissable et graviers marron avec passages rouges + briques	T21/2-3 3.00 m
3		
	Remblais sable limoneux + silex + briques	T21/3-4 4.00 m
4		
5		

Obs. : 49°25'33.7" N
1°04'14.8" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 10H30

SONDAGE T23

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable marron foncé + rares briques et graviers (3.00 m)	T23/0-1 (1.00 m)
1		T23/1-3 (3.00 m)
2		
3	Sable marneux marron + rares calcaires (Légère humidité) (4.00 m)	T23/3-4 (4.00 m)
4		
5		

Obs. : 49°25'33.7" N
1°04'16.8" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 08H40

SONDAGE T24

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0	Remblais sable et graviers marron + rares briques (1.00 m)	T24/0-1 (1.00 m)
1	Remblais sable et graviers marron + rares briques + ardoise + rares mâchefers (2.70 m)	T24/1-2.7 (2.70 m)
2		
3	Sable marneux marron clair + calcaire (4.00 m)	T24/2.7-4 (4.00 m)
4		
5		

Obs. : 49°25'32.0" N
1°04'17.7" E

Client : COGEDIM PARIS METROPOLE

Mission A200

Chantier : ROUEN
Rue Parmentier - ZAC de la Pépinière
76000 ROUEN
Dossier : E SE MAS 2020.04756

Echelle 1/25

Date : 25/08/2021
Heure : 09H00

SONDAGE T25

Tarière mécanique

Profondeur (m)	Description lithologique	Echantillon
0 – 2.00 m	Remblais sable limoneux graveleux marron + briques + calcaire	T25/0-1 (1.00 m); T25/1-2 (2.00 m)
2.00 m – 3.30 m	Sable marron + silex	T25/2-3.3 (3.30 m)
3.30 m – 4.00 m	Marne calcaire beige	

Obs. : 49°25'32.4" N
1°04'20.2" E

ANNEXE 10 BORDEREAUX D'ANALYSES DES SOLS

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Suivi par :
WESSLING France S.A.R.L, 3 Avenue de Norvège, ZA de Courtaboeuf, 91140 Villebon-Sur-Yvette

SOLER ENVIRONNEMENT
Ludovic LEBOSSE
ZA de l'Europe
11 rue René Cassin
91300 MASSY

N° rapport d'essai	UPA21-031489-1
N° commande	UPA-09756-21
Interlocuteur (interne)	D. Cardon
Téléphone	+33 164 471 475
Courrier électronique	David.Cardon@wessling.fr
Date	06.09.2021

Rapport d'essai

ESEMAS.2020.04756

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-01**	**21-148654-02**	**21-148654-03**	**21-148654-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T9/0-2***	***T9/2-3***	***T9/3-4***	***T10/0-1***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	90,6	85,3	81,9	90,8
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	9600	17000	47000	59000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	26	69	490	140
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	93	32
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	56	370	110
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	11	12	26	22
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	7,0	10	21	37
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	54	39	120	130
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	88	120	230	650
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	6,0	6,0	17	16
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<1,8	<1,2
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10	<10	12	<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	73	190	400	190
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	0,2	0,3	0,4	0,4
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	74	180	280	340
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	0,12	<0,1	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	0,35	<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	0,47	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-01**	**21-148654-02**	**21-148654-03**	**21-148654-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T9/0-2***	***T9/2-3***	***T9/3-4***	***T10/0-1***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	1,5	0,11
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,08	<0,05	0,27	0,45
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,32	0,08
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,40	0,11
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,30	0,28	1,1	1,7
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,14	0,12	0,71	0,79
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,67	0,60	3,8	4,6
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,55	0,49	3,2	3,9
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,33	0,28	1,8	2,2
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,34	0,29	1,7	2,5
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,57	0,47	2,7	3,7
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,24	0,16	1,0	1,4
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,40	0,32	2,0	2,1
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,07	<0,34	<0,49
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,31	0,22	1,3	1,8
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,33	0,22	1,5	2,0
Somme des HAP	mg/kg MS	4,3	3,5	23,2	27,4
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-01**	**21-148654-02**	**21-148654-03**	**21-148654-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T9/0-2***	***T9/2-3***	***T9/3-4***	***T10/0-1***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021	01/09/2021	01/09/2021	01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	76	82	72	70
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	21
Refus >4mm (A)	g	34	53	36	41
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		8,8 à 19,3°C	8,8 à 19,1°C	8,2 à 19,2°C	7,8 à 19,3°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	94	81	250	2200
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	<100	<100	180	2200
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	<10	<10	24	1400
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	0,1	0,1	<0,1	0,2
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	2,2	2,5	2,4	5,9
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	12	11	6,0	8,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	6,0	3,0	3,0	<3,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	6,0	47	8,0	28
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	11	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	12
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	9,0	<5,0	5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-01**	**21-148654-02**	**21-148654-03**	**21-148654-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T9/0-2***	***T9/2-3***	***T9/3-4***	***T10/0-1***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	22,0	25,0	24,0	59,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	<100	240	14000
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	<1000	1800	22000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	1,0	1,0	<1,0	2,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,12	0,11	0,06	0,08
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,06	0,03	0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,06	0,47	0,08	0,28
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	0,11	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	0,12
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	0,09	<0,05	0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-05**	**21-148654-06**	**21-148654-07**	**21-148654-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T10/1-3***	***T10/3-4***	***T11/0-1***	***T11/1-3***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	82,8	91,6	90,2	95,3
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	75000	13000	34000	15000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	920	33	130	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	60	<20	28	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	830	29	100	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	27		21	9,0
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	31		17	5,0
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	270		78	6,0
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	450		360	22
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	20		14	4,0
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0		<5,0	<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<1,6		<1,4	<0,5
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	690		320	18
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	1,3		0,9	<0,1
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	350		260	15
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-		-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-05**	**21-148654-06**	**21-148654-07**	**21-148654-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T10/1-3***	***T10/3-4***	***T11/0-1***	***T11/1-3***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	0,12	<0,05	0,28	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,28	<0,05	0,45	<0,05
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	0,07	<0,05	0,24	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	0,11	<0,05	0,33	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	1,4	0,19	3,3	<0,05
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,48	0,07	0,81	<0,05
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	3,1	0,31	5,3	0,10
Pyrène (A)	mg/kg MS	2,7	0,27	4,3	0,08
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	1,4	0,14	2,3	<0,05
Chrysène (A)	mg/kg MS	1,6	0,15	2,5	<0,05
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	2,4	0,23	4,0	0,09
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,97	0,09	1,6	<0,05
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	1,7	0,17	2,7	0,06
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,32	<0,05	<0,56	<0,05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	1,3	0,12	2,1	<0,05
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	1,3	0,13	2,0	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	19,1	1,9	32,3	0,35
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-05**	**21-148654-06**	**21-148654-07**	**21-148654-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T10/1-3***	***T10/3-4***	***T11/0-1***	***T11/1-3***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021		01/09/2021	01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	73	80	73	73
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	20
Refus >4mm (A)	g	38	40	28	26
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		7,8 à 19,3°C	8,3 à 19,2°C	8,2 à 19,4°C	8,3 à 19,5°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	1900	200	88	41
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	1900	130	<100	<100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	1200	<10	<10	<10
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	0,2	<0,1	0,2	<0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	0,8	4,9	6,0	2,1
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	16	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	11	19	12
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	7,0	9,0	5,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	40	94	17	<5,0
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	13	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	48	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	28	5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-05**	**21-148654-06**	**21-148654-07**	**21-148654-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T10/1-3***	***T10/3-4***	***T11/0-1***	***T11/1-3***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	8,00	49,0	60,0	21,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	12000	<100	<100	<100
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	19000	1300	<1000	<1000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	2,0	<1,0	2,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	0,16	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	0,11	0,19	0,12
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	0,07	0,09	0,05
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,4	0,94	0,17	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	0,13	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	0,48	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	0,28	0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-09**	**21-148654-10**	**21-148654-11**	**21-148654-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T11/3-4***	***T12/0-1***	***T12/1-2***	***T12/2-4***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	94,5	90,4	95,0	94,1
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	5000	27000	6100	24000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	73	<20	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	55	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS		20		
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS		13		
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS		71		
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS		370		
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS		14		
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS		<5,0		
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS		<10		
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS		<1,2		
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS		<10		
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS		500		
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS		0,9		
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS		280		
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS		<0,1		
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1		
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS		<0,1		
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1		
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1		
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS		<0,1		
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
Somme des COHV	mg/kg MS		-/-		

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-09**	**21-148654-10**	**21-148654-11**	**21-148654-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T11/3-4***	***T12/0-1***	***T12/1-2***	***T12/2-4***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,07	<0,05	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,22	<0,05	<0,05
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,10	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,11	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,07	1,8	0,07	<0,05
Anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,51	<0,05	<0,05
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,16	3,7	0,18	0,07
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,13	2,9	0,15	0,06
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,07	1,8	0,09	<0,05
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,07	2,0	0,11	<0,05
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,13	3,1	0,17	0,07
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,05	1,2	0,06	<0,05
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,08	2,0	0,09	<0,05
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,43	<0,05	<0,05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	1,5	0,06	<0,05
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,06	1,7	0,07	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	0,84	22,6	1,1	0,21
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-09**	**21-148654-10**	**21-148654-11**	**21-148654-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T11/3-4***	***T12/0-1***	***T12/1-2***	***T12/2-4***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS		01/09/2021		
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	82	92	77	71
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	21
Refus >4mm (A)	g	37	40	25	43
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		8,3 à 19,6°C	8,2 à 19,6°C	8,3 à 19,5°C	8,8 à 19,5°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	43	100	83	44
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	<100	<100	<100	<100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	0,3	0,1	<0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	1,8	3,7	2,3	1,3
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	7,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	15	<10	<5,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	5,0	10	8,0	5,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	<5,0	30	9,0	<5,0
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	10	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-09**	**21-148654-10**	**21-148654-11**	**21-148654-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T11/3-4***	***T12/0-1***	***T12/1-2***	***T12/2-4***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	18,0	37,0	23,0	13,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	<1000	<1000	<1000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	3,0	1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	0,07	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	0,15	<0,1	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,05	0,1	0,08	0,05
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	0,3	0,09	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	0,1	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-13**	**21-148654-14**	**21-148654-15**	**21-148654-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T13/0-1***	***T13/1-2***	***T13/2-3***	***T14/0-1***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	92,3	94,3	90,8	85,5
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	29000	33000	34000	48000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	<20	<20	87
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	64
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	12	11		25
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	7,0	7,0		16
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	12	20		30
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	71	140		300
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	4,0	6,0		7,0
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0	<5,0		<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10	<10		<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5	<0,5		<0,5
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10	<10		<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	43	110		93
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	0,1	0,2		0,1
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	43	82		68
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-		-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-13**	**21-148654-14**	**21-148654-15**	**21-148654-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T13/0-1***	***T13/1-2***	***T13/2-3***	***T14/0-1***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,08	0,09
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,15	0,22	0,34	0,15
Anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,08	0,17	0,14
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,33	0,52	0,84	0,54
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,26	0,42	0,64	0,46
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,15	0,30	0,37	0,30
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,18	0,37	0,43	0,30
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,29	0,55	0,67	0,54
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,12	0,23	0,30	0,22
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,18	0,32	0,44	0,39
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,09	<0,11	<0,1
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,13	0,25	0,32	0,30
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,15	0,27	0,35	0,30
Somme des HAP	mg/kg MS	2,0	3,5	4,9	3,7
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	0,094
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	0,035
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	0,29
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	0,32
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	0,22
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	0,96

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-13**	**21-148654-14**	**21-148654-15**	**21-148654-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T13/0-1***	***T13/1-2***	***T13/2-3***	***T14/0-1***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021	01/09/2021		01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	84	72	75	71
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	21
Refus >4mm (A)	g	32	42	36	52
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		9 à 19,5°C	8 à 19,6°C	8,5 à 19,8°C	8,8 à 19,8°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	59	1600	610	99
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	<100	1500	430	<100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	<10	580	69	<10
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	2,7	2,1	1,6	6,7
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	6,0	<5,0	<5,0	10
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	5,0	<3,0	4,0	<5,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	<5,0	40	15	6,0
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-13**	**21-148654-14**	**21-148654-15**	**21-148654-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T13/0-1***	***T13/1-2***	***T13/2-3***	***T14/0-1***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	27,0	21,0	16,0	67,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	5800	690	<100
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	15000	4300	<1000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,06	<0,05	<0,05	0,1
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,05	<0,03	0,04	<0,05
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	0,4	0,15	0,06
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-17**	**21-148654-18**	**21-148654-19**	**21-148654-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T14/1-2,5***	***T14/2,5-3,5***	***T15/0-1***	***T15/1-3***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	80,4	66,0	90,1	78,6
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	61000	84000	47000	87000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	68	130	60	290
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	39
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	58	120	47	240
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	29		22	34
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	21		15	35
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	110		42	320
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	290		230	1100
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	14		10	24
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0		<5,0	<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<1,4		<0,5	<2,1
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10		<10	22
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	430		92	590
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	0,8		0,2	0,6
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	510		83	910
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-		-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-17**	**21-148654-18**	**21-148654-19**	**21-148654-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T14/1-2,5***	***T14/2,5-3,5***	***T15/0-1***	***T15/1-3***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,15
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,41	0,53
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,08
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,13
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,25	<0,05	0,40	1,4
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,10	<0,05	0,47	0,74
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,57	0,17	1,8	4,5
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,49	0,15	1,4	3,7
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,29	0,09	1,0	2,7
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,29	0,09	0,93	2,5
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,50	0,15	1,6	5,1
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,21	<0,05	0,68	2,0
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,34	0,09	1,2	3,9
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,08	<0,05	<0,25	<0,63
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,22	<0,05	0,88	3,3
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,26	<0,05	0,89	3,6
Somme des HAP	mg/kg MS	3,5	0,74	11,7	34,3
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	0,037	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	0,012	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	0,14	0,03	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	0,15	0,03	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	0,11	0,03	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	0,45	0,091	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-17**	**21-148654-18**	**21-148654-19**	**21-148654-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T14/1-2,5***	***T14/2,5-3,5***	***T15/0-1***	***T15/1-3***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021		01/09/2021	01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	80	80	74	71
Masse de la prise d'essai (A)	g	20	20	21	21
Refus >4mm (A)	g	59	58	36	34
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		8,9 à 19,8°C	8,5 à 19,9°C	8,9 à 19,7°C	7,8 à 19,7°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	190	2200	130	2100
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	200	2200	<100	2100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	120	1500	<10	1300
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	0,3	0,2	0,2	0,5
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	4,6	1,9	3,7	3,6
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	12	<5,0	9,0	13
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	76
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	7,0	5,0	<8,0	<3,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	12	42	11	46
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	11	<10	15
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	7,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,2	0,1	<0,1	<0,1
Cyanure total sur eau et lixiviat - NF EN ISO 14403-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Cyanures totaux (CN) (A)	mg/l E/L			<0,01	<0,01

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-17**	**21-148654-18**	**21-148654-19**	**21-148654-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T14/1-2,5***	***T14/2,5-3,5***	***T15/0-1***	***T15/1-3***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,002	0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	46,0	19,0	37,0	36,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1200	15000	<100	13000
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	2000	22000	<1000	21000
Cyanure total (CFA) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS			<0,1	<0,1
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	3,0	2,0	2,0	5,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,12	<0,05	0,09	0,13
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	0,76
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,07	0,05	<0,08	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,12	0,42	0,11	0,46
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	0,11	<0,1	0,15
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,07

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-21**	**21-148654-22**	**21-148654-23**	**21-148654-24**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T15/3-4***	***T17/0,1-1***	***T17/1-2***	***T17/2-3,5***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche (A)	% mass MB	75,7	83,8	84,1	85,6

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	100000	66000	40000	44000

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	400	37	100	100
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	41	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	360	27	94	96
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	42	12	12	
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	33	20	18	
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	460	46	190	
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	860	420	400	
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	30	11	9,0	
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0	<5,0	<5,0	
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10	<10	<10	
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<7,0	<0,7	<0,7	
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10	<10	<10	
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	610	92	86	
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	1,7	0,5	0,4	
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	970	760	770	

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-21**	**21-148654-22**	**21-148654-23**	**21-148654-24**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T15/3-4***	***T17/0,1-1***	***T17/1-2***	***T17/2-3,5***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	0,09	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,38	0,21	0,10	0,09
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,79	1,2	0,57	0,49
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,46	0,26	0,18	0,15
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	3,2	2,0	1,0	0,92
Pyrène (A)	mg/kg MS	2,8	1,6	0,80	0,75
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	2,0	0,60	0,40	0,32
Chrysène (A)	mg/kg MS	2,0	0,86	0,48	0,41
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	4,0	1,3	0,76	0,63
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,6	0,53	0,32	0,28
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	2,9	0,88	0,51	0,42
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,51	<0,16	<0,11	<0,1
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	2,6	0,67	0,37	0,32
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	2,8	0,68	0,40	0,33
Somme des HAP	mg/kg MS	25,5	10,8	5,9	5,1
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-21**	**21-148654-22**	**21-148654-23**	**21-148654-24**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T15/3-4***	***T17/0,1-1***	***T17/1-2***	***T17/2-3,5***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021	01/09/2021	01/09/2021	
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	74	72	72	72
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	20	21
Refus >4mm (A)	g	51	39	47	35
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		7,9 à 19,7°C	8,2 à 19,6°C	9,9 à 19,6°C	8,2 à 19,9°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	1700	2200	2200	2200
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	1500	2200	2200	2200
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	700	1300	1400	1400
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	0,1	0,2	0,1	0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	4,2	<0,8	1,4	0,8
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	23	<5,0	14	8,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	<3,0	4,0	<3,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	40	87	54	87
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cyanure total sur eau et lixiviat - NF EN ISO 14403-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Cyanures totaux (CN) (A)	mg/l E/L	<0,01			

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-21**	**21-148654-22**	**21-148654-23**	**21-148654-24**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T15/3-4***	***T17/0,1-1***	***T17/1-2***	***T17/2-3,5***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	42,0	<8,00	14,0	8,00
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	7000	13000	14000	14000
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	15000	22000	22000	22000
Cyanure total (CFA) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS	<0,1			
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	1,0	2,0	1,0	1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,23	<0,05	0,14	0,08
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	0,04	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,4	0,87	0,54	0,87
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-25**	**21-148654-26**	**21-148654-27**	**21-148654-28**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T18/0-1***	***T18/1-3***	***T18/3-3,5***	***T19/0-1***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	87,3	79,3	85,0	88,7
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	32000	39000	25000	30000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	37	36	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	33	34	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	17	15		11
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	20	15		9,0
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	38	41		35
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	300	690		970
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	14	8,0		7,0
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0	<5,0		<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10	<10		<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,8	<0,9		<0,6
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10	<10		<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	340	62		85
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	0,2	0,5		0,2
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	560	1800		410
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-		-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-25**	**21-148654-26**	**21-148654-27**	**21-148654-28**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T18/0-1***	***T18/1-3***	***T18/3-3,5***	***T19/0-1***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,09	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,14	0,28	0,16	0,30
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,10	0,18	0,07	0,11
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,38	0,66	0,28	0,68
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,30	0,73	0,26	0,54
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,21	0,47	0,14	0,37
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,23	0,68	0,16	0,43
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,41	0,95	0,29	0,60
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,16	0,39	0,13	0,26
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,27	0,57	0,19	0,39
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,07	<0,11	<0,05	<0,1
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,22	0,39	0,14	0,30
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,24	0,37	0,14	0,29
Somme des HAP	mg/kg MS	2,7	5,6	2,0	4,3
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-25**	**21-148654-26**	**21-148654-27**	**21-148654-28**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T18/0-1***	***T18/1-3***	***T18/3-3,5***	***T19/0-1***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021	01/09/2021		01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	83	82	71	78
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	20	21	20
Refus >4mm (A)	g	43	69	58	45
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		8,2 à 19,9°C	8,1 à 20°C	8 à 20°C	9,3 à 20°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	1700	2200	2200	2200
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	1600	2200	2100	2300
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	770	1500	1500	1500
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	0,3	0,1	0,1	0,2
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	2,3	2,0	1,6	2,1
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	6,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	7,0	22	13
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	<3,0	<3,0	3,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	120	57	47	71
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	12	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	19	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-25**	**21-148654-26**	**21-148654-27**	**21-148654-28**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T18/0-1***	***T18/1-3***	***T18/3-3,5***	***T19/0-1***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	23,0	20,0	16,0	21,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	7700	15000	15000	15000
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	16000	22000	21000	23000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	3,0	1,0	1,0	2,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,06
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	0,07	0,22	0,13
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	1,2	0,57	0,47	0,71
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	0,12	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	0,19	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-29**	**21-148654-30**	**21-148654-31**	**21-148654-32**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T19/1-2***	***T19/2-4***	***T20/0-2***	***T20/2-2,9***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	85,3	81,1	83,1	82,7
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	40000	41000	39000	47000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	96	91	110	79
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	25	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	75	76	82	69
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	15		21	29
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	10		19	23
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	44		110	290
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	280		300	310
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	8,0		13	18
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0		<5,0	<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,7		<1,1	<2,5
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	140		130	190
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	0,4		1,0	2,2
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	200		480	980
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	0,59		<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	0,59		-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-29**	**21-148654-30**	**21-148654-31**	**21-148654-32**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T19/1-2***	***T19/2-4***	***T20/0-2***	***T20/2-2,9***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,08	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,36	0,21	0,25	0,08
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	0,07	<0,05	0,20	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	0,09	<0,05	0,30	0,07
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	1,3	0,83	2,6	0,73
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,62	0,37	1,1	0,28
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	3,8	2,1	4,3	1,5
Pyrène (A)	mg/kg MS	3,2	1,7	3,4	1,1
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	2,5	1,1	1,7	0,57
Chrysène (A)	mg/kg MS	2,5	1,2	1,6	0,60
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	4,0	1,8	2,3	0,92
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,6	0,76	0,93	0,40
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	2,7	1,2	1,7	0,59
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,56	<0,25	<0,31	<0,14
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	2,0	0,94	1,2	0,46
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	2,0	0,94	1,1	0,42
Somme des HAP	mg/kg MS	26,6	13,2	22,8	7,6
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-29**	**21-148654-30**	**21-148654-31**	**21-148654-32**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T19/1-2***	***T19/2-4***	***T20/0-2***	***T20/2-2,9***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021		01/09/2021	01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	85	83	84	72
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	20
Refus >4mm (A)	g	45	44	58	49
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		9,1 à 20°C	8,6 à 20°C	7,9 à 20°C	7,8 à 19,9°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	1400	770	2200	2100
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	1300	590	2200	2100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	510	90	1500	1400
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	0,1	0,1	0,1	<0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	2,7	5,4	1,9	2,2
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	9,0	14	7,0	9,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	5,0	5,0	<4,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	24	22	50	43
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-29**	**21-148654-30**	**21-148654-31**	**21-148654-32**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T19/1-2***	***T19/2-4***	***T20/0-2***	***T20/2-2,9***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	27,0	54,0	19,0	22,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	5100	900	15000	14000
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	13000	5900	22000	21000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	1,0	1,0	1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,09	0,14	0,07	0,09
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	0,05	0,05	<0,04
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,24	0,22	0,5	0,43
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-33**	**21-148654-34**	**21-148654-35**	**21-148654-36**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T20/2,9-3,7***	***T23/0-1***	***T23/1-3***	***T23/3-4***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	90,4	92,1	88,3	92,0
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	20000	28000	41000	22000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	180	140	110	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	63	37	26	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	110	100	82	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS		12		
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS		11		
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS		47		
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS		260		
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS		8,0		
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS		<5,0		
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS		<10		
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS		<0,8		
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS		<10		
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS		130		
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS		0,3		
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS		170		
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS		<0,1		
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1		
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS		<0,1		
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1		
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1		
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS		<0,1		
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1		
Somme des COHV	mg/kg MS		-/-		

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-33**	**21-148654-34**	**21-148654-35**	**21-148654-36**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T20/2,9-3,7***	***T23/0-1***	***T23/1-3***	***T23/3-4***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,10	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,37	0,92	0,48	<0,05
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	0,66	0,16	0,11	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	0,86	0,52	0,36	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	6,7	4,7	2,9	0,12
Anthracène (A)	mg/kg MS	2,3	1,7	0,94	<0,05
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	9,3	7,2	4,9	0,25
Pyrène (A)	mg/kg MS	6,7	5,3	3,7	0,20
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	3,3	2,8	1,9	0,10
Chrysène (A)	mg/kg MS	3,0	2,8	2,3	0,12
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	3,4	3,9	3,4	0,21
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,4	1,4	1,2	0,08
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	2,5	2,8	2,3	0,13
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,48	<0,56	<0,45	<0,05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	1,5	2,0	1,8	0,10
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	1,3	1,8	1,8	0,11
Somme des HAP	mg/kg MS	43,6	38,1	28,3	1,4
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-33**	**21-148654-34**	**21-148654-35**	**21-148654-36**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T20/2,9-3,7***	***T23/0-1***	***T23/1-3***	***T23/3-4***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS		01/09/2021		
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	75	77	70	72
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	21
Refus >4mm (A)	g	48	30	29	38
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		8,3 à 19,9°C	8,4 à 19,7°C	8,1 à 19,7°C	8,2 à 19,6°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	270	96	150	140
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	170	<100	<100	<100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	32	<10	12	<10
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	0,1	0,1	<0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	<0,8	4,1	4,4	3,3
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	15	17	10
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	8,0	8,0	5,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	11	8,0	12	8,0
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,2	<0,2	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-33**	**21-148654-34**	**21-148654-35**	**21-148654-36**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T20/2,9-3,7***	***T23/0-1***	***T23/1-3***	***T23/3-4***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,002	<0,002	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<8,00	41,0	44,0	33,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	320	<100	120	<100
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	1700	<1000	<1000	<1000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	1,0	1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	0,15	0,17	0,1
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	0,08	0,08	0,05
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,11	0,08	0,12	0,08
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-37**	**21-148654-38**	**21-148654-39**	**21-148654-40**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T24/0-1***	***T24/1-2,7***	***T24/2,7-4***	***T25/0-1***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	92,3	86,4	88,9	88,6
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	25000	29000	15000	15000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	170	33	35
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	160	27	28
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	16	41	17	12
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	10	15	12	9,0
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	34	99	24	67
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	200	320	68	210
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	7,0	12	7,0	7,0
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,6	<1,5	<0,5	<0,9
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10	<10	<10	<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	120	310	55	180
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	0,3	0,9	0,2	0,5
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	160	280	110	220
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-37**	**21-148654-38**	**21-148654-39**	**21-148654-40**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T24/0-1***	***T24/1-2,7***	***T24/2,7-4***	***T25/0-1***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,13	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,08	0,25	<0,05	<0,05
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,15	0,07
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,10	0,12
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,23	1,0	1,1	0,96
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,11	0,37	0,26	0,20
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,60	2,3	1,5	1,1
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,47	1,9	1,1	0,74
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,28	1,1	0,48	0,46
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,33	1,3	0,52	0,52
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,52	2,1	0,72	0,72
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,22	0,86	0,29	0,29
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,34	1,4	0,51	0,43
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,09	<0,31	<0,11	<0,12
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,28	1,2	0,36	0,32
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,27	1,1	0,36	0,32
Somme des HAP	mg/kg MS	3,7	14,7	7,6	6,3
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	0,011
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	0,023
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	0,011
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	0,045

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-37**	**21-148654-38**	**21-148654-39**	**21-148654-40**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T24/0-1***	***T24/1-2,7***	***T24/2,7-4***	***T25/0-1***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021	01/09/2021	01/09/2021	01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	82	110	94	82
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	21
Refus >4mm (A)	g	41	38	87	75
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		7,9 à 19,7°C	8,8 à 20°C	8,5 à 20,1°C	8,1 à 20,1°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	150	940	280	2100
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	<100	760	170	2100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	15	200	39	1400
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	0,1	<0,1	0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	3,3	3,5	1,0	<0,8
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	10	18	<5,0	<5,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	6,0	5,0	<3,0	<3,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	10	23	13	40
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-37**	**21-148654-38**	**21-148654-39**	**21-148654-40**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T24/0-1***	***T24/1-2,7***	***T24/2,7-4***	***T25/0-1***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	33,0	35,0	10,0	<8,00
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	150	2000	390	14000
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	7600	1700	21000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	1,0	<1,0	1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,1	0,18	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,06	0,05	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,1	0,23	0,13	0,4
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021	25.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*	*25.08.2021*
Récipient :	1VB	1VB	1VB	1VB
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021	06.09.2021
Préleveur :	*client*	*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-41**	**21-148654-42**		
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T25/1-2***	***T25/2-3,3***		

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche (A)	% mass MB	85,7	90,3		

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	20000	17000		

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	260	130		
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20		
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20		
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20		
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	250	120		
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20		

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-		

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05		
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05		
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	0,08	0,10		
Fluorène (A)	mg/kg MS	0,16	0,19		
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	1,4	1,4		
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,22	0,23		
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,5	1,4		
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,92	0,79		
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,48	0,45		
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,54	0,49		
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,75	0,59		
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,30	0,23		
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,44	0,34		
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,12	<0,11		
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,34	0,24		
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,32	0,20		
Somme des HAP	mg/kg MS	7,5	6,7		

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-41**	**21-148654-42**		
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T25/1-2***	***T25/2-3,3***		

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01		
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01		
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01		
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01		
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01		
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01		
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01		
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-		

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon (A)	g	89	100		
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21		
Refus >4mm (A)	g	69	82		

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH (A)		8,6 à 20,1°C	8,4 à 20,1°C		
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	840	420		

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-41**	**21-148654-42**		
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T25/1-2***	***T25/2-3,3***		

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	630	270		

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10		
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	110	43		
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	<0,1		

Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10		

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	1,3	1,1		

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0		
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10		
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	8,0	7,0		
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50		
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	5,0	<7,0		
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10		
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5		
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	14	11		
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10		
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10		
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0		

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1		

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

N° d'échantillon		**21-148654-41**	**21-148654-42**		
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T25/1-2***	***T25/2-3,3***		

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001		

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	13,0	11,0		

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1100	430		

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		

Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	6300	2700		

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	<1,0		
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100		

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05		
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,08	0,07		
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5		
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,05	<0,07		
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015		
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,14	0,11		
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05		

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	25.08.2021	25.08.2021		
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*		
Date de prélèvement :	*25.08.2021*	*25.08.2021*		
Récipient :	1VB	1VB		
Température à réception (C°) :	7°C	7°C		
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021		
Fin des analyses :	06.09.2021	06.09.2021		
Préleveur :	*client*	*client*		

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10.

21-148654-04
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-148654-05
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de composés inconnus inclus dans l'indice HCT

21-148654-07
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-148654-10
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-148654-19
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-148654-20
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT
Métaux (S), Cadmium (Cd): Limite de quantification augmentée en raison d'interférences chimiques.

21-148654-21
Commentaires des résultats:
Métaux (S), Cadmium (Cd): Limite de quantification augmentée en raison d'interférences chimiques.

21-148654-22
Commentaires des résultats:
COT (E/L), Carbone organique total (COT): Limite de quantification augmentée en raison du résultat de blanc de lixiviation supérieur à la limite de quantification de la méthode

21-148654-29
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-148654-31
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-148654-32
Commentaires des résultats:
Métaux (S), Cadmium (Cd): Limite de quantification augmentée en raison d'interférences chimiques.

21-148654-33
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT
COT (E/L), Carbone organique total (COT): Limite de quantification augmentée en raison du résultat de blanc de lixiviation supérieur à la limite de quantification de la méthode

21-148654-34
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-148654-35
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-148654-40
Commentaires des résultats:
COT (E/L), Carbone organique total (COT): Limite de quantification augmentée en raison du résultat de blanc de lixiviation supérieur à la limite de quantification de la méthode

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 06.09.2021

Signataire approbateur :

DECOT Sophie

Responsable Service Enregistrement

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Suivi par :
WESSLING France S.A.R.L, 3 Avenue de Norvège, ZA de Courtaboeuf, 91140 Villebon-Sur-Yvette

SOLER ENVIRONNEMENT
Ludovic LEBOSSE
ZA de l'Europe
11 rue René Cassin
91300 MASSY

N° rapport d'essai	UPA21-031226-1
N° commande	UPA-09813-21
Interlocuteur (interne)	D. Cardon
Téléphone	+33 164 471 475
Courrier électronique	David.Cardon@wessling.fr
Date	03.09.2021

Rapport d'essai

ESEMAS.2020.04756 - ROUEN

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-01**	**21-149419-02**	**21-149419-03**	**21-149419-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T1/0,05-1***	***T1/1-2***	***T1/3-4***	***T2/0,05-1***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	90,8	93,2	94,8	91,5
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	11000	8000	9700	21000
Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Somme des C5	mg/kg MS				<1,5
Somme des C6	mg/kg MS				<1,5
Somme des C7	mg/kg MS				<1,5
Somme des C8	mg/kg MS				<1,5
Somme des C9	mg/kg MS				<1,5
Somme des C10	mg/kg MS				<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10) (A)	mg/kg MS				<10,0
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	35	<20	34	1100
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	56
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	390
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	<20	620
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	54
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	9,0	10		7,0
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	6,0	6,0		6,0
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	29	10		11
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	71	23		97
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	10	6,0		3,0
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0	<5,0		<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10	<10		<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5	<0,5		<0,5
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10	<10		<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	52	20		120
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	0,3	<0,1		0,1
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	88	48		64

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-01**	**21-149419-02**	**21-149419-03**	**21-149419-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T1/0,05-1***	***T1/1-2***	***T1/3-4***	***T2/0,05-1***
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-		-/-
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	8,0
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	1,5
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	4,4
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,19	<0,05	<0,05	40
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,06	<0,05	<0,05	19
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,54	0,05	<0,05	64
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,44	<0,05	<0,05	49
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,29	<0,05	<0,05	26
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,26	<0,05	<0,05	21
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,45	<0,05	<0,05	27
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,17	<0,05	<0,05	11
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,33	<0,05	<0,05	22
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,08	<0,05	<0,05	<3,4
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,23	<0,05	<0,05	13
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,23	<0,05	<0,05	12
Somme des HAP	mg/kg MS	3,2	0,05	-/-	318,7

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-01**	**21-149419-02**	**21-149419-03**	**21-149419-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T1/0,05-1***	***T1/1-2***	***T1/3-4***	***T2/0,05-1***

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021	01/09/2021		01/09/2021

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon (A)	g	85	140	99	150
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	20	21
Refus >4mm (A)	g	60	97	62	85

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH (A)		8,3 à 20,3°C	8,6 à 20,4°C	8,9 à 20,3°C	8,1 à 20,2°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	50	50	46	2000

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-01**	**21-149419-02**	**21-149419-03**	**21-149419-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T1/0,05-1***	***T1/1-2***	***T1/3-4***	***T2/0,05-1***

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	<100	<100	<100	2000

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	1400
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	3,4	2,8	1,7	1,5

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	10	6,0	<5,0	<5,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	24	17	8,0	<3,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	30
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-01**	**21-149419-02**	**21-149419-03**	**21-149419-04**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T1/0,05-1***	***T1/1-2***	***T1/3-4***	***T2/0,05-1***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	34,0	28,0	17,0	15,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	<100	<100	14000

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	<1000	<1000	20000

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,1	0,06	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,24	0,17	0,08	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,3
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Préleveur :	*Client*	*Client*	*Client*	*Client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-05**	**21-149419-06**	**21-149419-07**	**21-149419-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T2/2-3***	***T2/3-4***	***T3/0-1***	***T3/1-3***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	92,3	94,3	89,2	89,5
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	11000	10000	64000	39000
Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Somme des C5	mg/kg MS	<1,5	<1,5		
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5	<1,5		
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5	<1,5		
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5	<1,5		
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5	<1,5		
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5	<1,5		
Indice hydrocarbure (C5-C10) (A)	mg/kg MS	<10,0	<10,0		
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	33	2700	580
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<40	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	90	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	950	180
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	21	1600	350
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	96	26
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	8,0		23	13
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	4,0		23	13
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	4,0		280	130
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	15		440	200
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	3,0		19	11
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0		<5,0	<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5		<1,7	<0,9
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	16		370	160
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	<0,1		0,7	0,5
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	<10		330	260

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-05**	**21-149419-06**	**21-149419-07**	**21-149419-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T2/2-3***	***T2/3-4***	***T3/0-1***	***T3/1-3***
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-		-/-	-/-
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,77	<0,5
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,09	0,15	10,0	1,9
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	1,9	<0,5
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,06	11	2,1
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,28	0,53	107	19
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,16	0,29	62	9,9
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,53	0,93	235	38
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,41	0,71	202	31
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,24	0,41	101	16
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,18	0,33	82	13
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,28	0,48	112	18
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,12	0,18	45	6,9
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,23	0,37	94	15
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,08	<16	<2,7
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,13	0,23	57	9,4
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,13	0,22	54	9,3
Somme des HAP	mg/kg MS	2,8	4,9	1 170	189,3

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-05**	**21-149419-06**	**21-149419-07**	**21-149419-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T2/2-3***	***T2/3-4***	***T3/0-1***	***T3/1-3***

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021		01/09/2021	01/09/2021

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon (A)	g	110	72	82	120
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	20
Refus >4mm (A)	g	73	50	47	46

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH (A)		9 à 20,2°C	8,9 à 20,2°C	8 à 20,1°C	8,1 à 20,1°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	730	500	78	68

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-05**	**21-149419-06**	**21-149419-07**	**21-149419-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T2/2-3***	***T2/3-4***	***T3/0-1***	***T3/1-3***
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	570	360	<100	<100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	150	42	<10	<10
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	1,6	1,1	4,9	3,6
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	27	19
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	<3,0	10	11
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	6,0	<5,0	22	8,0
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<25	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1
Cyanure total sur eau et lixiviat - NF EN ISO 14403-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Cyanures totaux (CN) (A)	mg/l E/L			<0,01	

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-05**	**21-149419-06**	**21-149419-07**	**21-149419-08**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T2/2-3***	***T2/3-4***	***T3/0-1***	***T3/1-3***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	16,0	11,0	49,0	36,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1500	420	<100	<100

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	5700	3600	<1000	<1000

Cyanure total (CFA) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Cyanures totaux (CN)	mg/kg MS			<0,1	

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,27	0,19
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	0,1	0,11
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,06	<0,05	0,22	0,08
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,25	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Préleveur :	*Client*	*Client*	*Client*	*Client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-09**	**21-149419-10**	**21-149419-11**	**21-149419-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T3/3-4***	***T4/0,05-2***	***T4/2-3***	***T4/3-4***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	97,8	93,6	94,4	96,4
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	18000	8100	7600	11000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	160	<20	34	22
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	50	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	98	<20	33	22
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS		8,0	9,0	
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS		5,0	7,0	
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS		18	14	
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS		41	26	
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS		4,0	4,0	
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS		<5,0	<5,0	
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS		<10	<10	
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS		<0,5	<0,5	
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS		<10	<10	
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS		30	24	
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS		0,1	<0,1	
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS		37	24	
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Somme des COHV	mg/kg MS		-/-	-/-	

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-09**	**21-149419-10**	**21-149419-11**	**21-149419-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T3/3-4***	***T4/0,05-2***	***T4/2-3***	***T4/3-4***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,48	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	0,10	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	0,53	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	4,8	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracène (A)	mg/kg MS	2,5	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	13	0,13	<0,05	<0,05
Pyrène (A)	mg/kg MS	11	0,11	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	4,5	0,06	<0,05	<0,05
Chrysène (A)	mg/kg MS	3,6	0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	5,1	0,10	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,9	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	4,2	0,07	<0,05	<0,05
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,74	<0,05	<0,05	<0,05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	2,8	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	2,6	<0,05	<0,05	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	57,6	0,52	-/-	-/-
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-09**	**21-149419-10**	**21-149419-11**	**21-149419-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T3/3-4***	***T4/0,05-2***	***T4/2-3***	***T4/3-4***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS		01/09/2021	01/09/2021	
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	110	130	86	79
Masse de la prise d'essai (A)	g	20	21	20	20
Refus >4mm (A)	g	48	83	55	34
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		8,7 à 20,1°C	8,2 à 20°C	8,4 à 20,1°C	9,1 à 20°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	65	160	150	52
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	<100	<100	<100	<100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	<10	14	<10	<10
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	2,6	2,5	2,2	1,4
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	10	6,0	<5,0	<5,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	7,0	5,0	4,0	<4,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	6,0	<5,0	<5,0	<5,0
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-09**	**21-149419-10**	**21-149419-11**	**21-149419-12**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T3/3-4***	***T4/0,05-2***	***T4/2-3***	***T4/3-4***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	26,0	25,0	22,0	14,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	140	<100	<100
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	<1000	<1000	<1000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,1	0,06	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,07	0,05	0,04	<0,04
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,06	<0,05	<0,05	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Préleveur :	*Client*	*Client*	*Client*	*Client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-13**	**21-149419-14**	**21-149419-15**	**21-149419-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T5/0-1***	***T5/2-3***	***T5/3-4***	***T6/0-1***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	92,4	93,6	92,3	89,8
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	25000	19000	14000	41000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	120	73	96	180
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	31
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	74	52	72	120
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	22	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	16	11		30
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	13	9,0		20
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	37	37		33
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	130	110		1100
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	8,0	8,0		6,0
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0	<5,0		<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10	<10		<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,7	<0,5		1,0
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10	<10		<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	130	100		170
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	0,2	0,3		0,9
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	86	91		62
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-		-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-13**	**21-149419-14**	**21-149419-15**	**21-149419-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T5/0-1***	***T5/2-3***	***T5/3-4***	***T6/0-1***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,06	0,15	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,25	0,11	0,20	0,42
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	0,11	<0,05	0,11	0,18
Fluorène (A)	mg/kg MS	0,17	0,11	0,27	0,32
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	1,5	0,74	1,5	3,7
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,62	0,24	0,53	1,3
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	2,6	1,2	1,8	5,5
Pyrène (A)	mg/kg MS	2,1	0,92	1,4	3,7
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	1,1	0,49	0,75	2,3
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,92	0,47	0,65	2,0
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,5	0,76	0,98	2,7
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,58	0,30	0,38	1,0
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	1,2	0,56	0,76	1,9
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,26	<0,13	<0,16	<0,38
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,83	0,41	0,50	1,2
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,82	0,40	0,49	1,1
Somme des HAP	mg/kg MS	14,3	6,7	10,5	27,3
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-13**	**21-149419-14**	**21-149419-15**	**21-149419-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T5/0-1***	***T5/2-3***	***T5/3-4***	***T6/0-1***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021	01/09/2021		01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	79	80	89	85
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	21
Refus >4mm (A)	g	33	46	53	25
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		9,9 à 20,1°C	8,7 à 20,1°C	8,7 à 20,3°C	8 à 20,2°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	160	320	380	78
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	<100	210	270	<100
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	<10	35	52	<10
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	2,1	1,9	1,8	8,7
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	6,0	7,0	<5,0	6,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	7,0	7,0	<3,0	3,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	6,0	10	12	6,0
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-13**	**21-149419-14**	**21-149419-15**	**21-149419-16**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T5/0-1***	***T5/2-3***	***T5/3-4***	***T6/0-1***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	21,0	19,0	18,0	87,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	350	520	<100
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	2100	2700	<1000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,06	0,07	<0,05	0,06
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,07	0,07	<0,03	0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,06	0,1	0,12	0,06
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Préleveur :	*Client*	*Client*	*Client*	*Client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-17**	**21-149419-18**	**21-149419-19**	**21-149419-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T6/1-2***	***T6/3-4***	***T7/0-2***	***T7/2-3***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	91,4	93,5	91,2	91,7
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	75	4200	42000	12000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	<20	54	27
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20	47	22
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	10		10	10
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	5,0		7,0	7,0
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	4,0		14	17
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	31		150	150
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	3,0		4,0	5,0
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0		<5,0	<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5		<0,5	<0,5
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	12		100	130
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	0,2
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	<10		47	120
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-		-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-17**	**21-149419-18**	**21-149419-19**	**21-149419-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T6/1-2***	***T6/3-4***	***T7/0-2***	***T7/2-3***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,05	<0,05
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,11	0,09
Anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,09	0,07
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,38	0,36
Pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,33	0,31
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,24	0,22
Chrysène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,22	0,20
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,38	0,37
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,14	0,13
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,26	0,25
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,07	<0,07
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,20	0,19
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,19	0,20
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	2,6	2,4
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-17**	**21-149419-18**	**21-149419-19**	**21-149419-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T6/1-2***	***T6/3-4***	***T7/0-2***	***T7/2-3***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021		01/09/2021	01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	120	110	86	78
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	20	21
Refus >4mm (A)	g	81	76	29	31
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		8,2 à 20,3°C	8,7 à 20,4°C	8 à 20,3°C	8,2 à 20,4°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	34	35	610	1500
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	<100	<100	460	1400
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	<10	<10	88	720
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	0,1	<0,1	<0,1	0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	2,5	2,0	2,2	2,3
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	26	46
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-17**	**21-149419-18**	**21-149419-19**	**21-149419-20**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T6/1-2***	***T6/3-4***	***T7/0-2***	***T7/2-3***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	25,0	20,0	22,0	23,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	<100	880	7200
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	<1000	4600	14000
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	1,0	<1,0	<1,0	1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,26	0,46
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Préleveur :	*Client*	*Client*	*Client*	*Client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-21**	**21-149419-22**	**21-149419-23**	**21-149419-24**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T7/3-4***	***T8/0-2***	***T8/2-3***	***T8/3-4***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche (A)	% mass MB	94,6	82,3	94,8	95,9

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	2600	3400	9500	6100

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	230	25	27
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	190	22	25
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20

Métaux lourds

Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS		12	8,0	
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS		8,0	6,0	
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS		13	5,0	
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS		170	21	
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS		6,0	3,0	
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS		<5,0	<5,0	
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS		<10	<10	
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS		<0,5	<0,5	
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS		<10	<10	
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS		120	18	
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS		0,2	<0,1	
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS		80	30	

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	
Somme des COHV	mg/kg MS		-/-	-/-	

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-21**	**21-149419-22**	**21-149419-23**	**21-149419-24**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T7/3-4***	***T8/0-2***	***T8/2-3***	***T8/3-4***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,21	0,20	<0,05
Anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	0,52	0,07	<0,05
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,05	2,9	0,40	0,17
Pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	2,6	0,33	0,14
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	2,8	0,31	0,13
Chrysène (A)	mg/kg MS	<0,05	3,6	0,36	0,16
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,07	5,0	0,51	0,21
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	<0,05	1,8	0,19	0,07
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	2,6	0,33	0,11
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,55	<0,09	<0,05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	<0,05	2,1	0,23	0,09
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	<0,05	1,9	0,23	0,08
Somme des HAP	mg/kg MS	0,13	26,0	3,2	1,2
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-21**	**21-149419-22**	**21-149419-23**	**21-149419-24**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T7/3-4***	***T8/0-2***	***T8/2-3***	***T8/3-4***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS		01/09/2021	01/09/2021	
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	89	75	85	87
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	21	21	20
Refus >4mm (A)	g	36	28	47	47
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		8,6 à 20,3°C	8,1 à 20,4°C	9,4 à 20,4°C	9 à 20,6°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	720	860	260	190
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	550	1100	160	140
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	150	390	41	22
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	0,1	0,2	0,2
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	1,5	4,0	2,9	1,5
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	6,0	<5,0	<5,0
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	<3,0	4,0	<3,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	22	60	<5,0	<5,0
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-21**	**21-149419-22**	**21-149419-23**	**21-149419-24**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T7/3-4***	***T8/0-2***	***T8/2-3***	***T8/3-4***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	15,0	40,0	29,0	15,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1500	3900	410	220

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	5500	11000	1600	1400

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	1,0	2,0	2,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	0,06	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	0,04	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,22	0,6	<0,05	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Préleveur :	*Client*	*Client*	*Client*	*Client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-25**	**21-149419-26**	**21-149419-27**	**21-149419-28**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T16/1-2***	***T16/2-3***	***T16/3-4***	***T21/0-1***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	89,5	80,1	90,7	89,6
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	62000	72000	37000	25000
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	130	160	230	38
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	22	<20	24	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	97	120	190	28
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	28	75		12
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	35	49		10
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	120	140		44
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	420	560		170
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	35	59		7,0
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0	<5,0		<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10	<10		<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<1,3	<2,0		<0,7
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10	14		<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	640	420		140
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	3,8	2,2		0,4
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	350	1400		240
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1		<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-	-/-		-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-25**	**21-149419-26**	**21-149419-27**	**21-149419-28**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T16/1-2***	***T16/2-3***	***T16/3-4***	***T21/0-1***
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,10	0,14	<0,05	0,07
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,41	0,49	0,20	0,29
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,18	0,19	0,08	0,10
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,0	1,5	0,47	0,83
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,80	1,2	0,40	0,67
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,57	0,87	0,28	0,44
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,53	0,86	0,26	0,44
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,2	1,7	0,50	0,74
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,42	0,64	0,18	0,28
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,66	1,2	0,33	0,48
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,3	<0,05	<0,1	<0,12
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	1,2	1,2	0,33	0,39
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	1,6	1,2	0,35	0,38
Somme des HAP	mg/kg MS	8,7	11,2	3,4	5,1
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-25**	**21-149419-26**	**21-149419-27**	**21-149419-28**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T16/1-2***	***T16/2-3***	***T16/3-4***	***T21/0-1***
Préparation d'échantillon					
Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021	01/09/2021		01/09/2021
Lixiviation					
Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Masse totale de l'échantillon (A)	g	73	84	79	90
Masse de la prise d'essai (A)	g	20	20	21	21
Refus >4mm (A)	g	36	48	52	39
pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
pH (A)		10,4 à 20,6°C	9,3 à 20,5°C	8,7 à 20,5°C	8,2 à 20,5°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	650	2200	1200	390
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	540	2400	1000	390
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	89	1500	280	79
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	0,3	0,5	0,2	<0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	5,9	6,0	2,6	3,3
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	41	37	9,0	10
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	18	10	<3,0	4,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	18	59	56	29
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	15	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	18	31	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	8,0	11	21	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-25**	**21-149419-26**	**21-149419-27**	**21-149419-28**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T16/1-2***	***T16/2-3***	***T16/3-4***	***T21/0-1***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	59,0	60,0	26,0	33,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	890	15000	2800	790
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	5400	24000	10000	3900
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	3,0	5,0	2,0	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,41	0,37	0,09	0,1
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	0,18	0,1	<0,03	0,04
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,18	0,59	0,56	0,29
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	0,15	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	0,18	0,31	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	0,08	0,11	0,21	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Préleveur :	*Client*	*Client*	*Client*	*Client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-29**	**21-149419-30**	**21-149419-31**	**21-149419-32**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T21/2-3***	***T21/3-4***	***T22/0-1***	***T22/1-3***
Analyse physique					
Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Matière sèche (A)	% mass MB	88,8	87,0	93,4	89,1
Paramètres globaux / Indices					
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	12000	19000	18000	18000
Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Somme des C5	mg/kg MS			<1,5	<1,5
Somme des C6	mg/kg MS			<1,5	<1,5
Somme des C7	mg/kg MS			<1,5	<1,5
Somme des C8	mg/kg MS			<1,5	<1,5
Somme des C9	mg/kg MS			<1,5	<1,5
Somme des C10	mg/kg MS			<1,5	<1,5
Indice hydrocarbure (C5-C10) (A)	mg/kg MS			<10,0	<10,0
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	<20	45	56	37
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	39	46	28
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20	<20	<20
Métaux lourds					
Métaux - Méthode interne : METAUX-ICP/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	mg/kg MS	12		13	15
Nickel (Ni) (A)	mg/kg MS	6,0		9,0	13
Cuivre (Cu) (A)	mg/kg MS	14		19	100
Zinc (Zn) (A)	mg/kg MS	110		130	330
Arsenic (As) (A)	mg/kg MS	4,0		5,0	9,0
Sélénium (Se) (A)	mg/kg MS	<5,0		<5,0	<5,0
Molybdène (Mo) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	mg/kg MS	<0,5		<0,5	<1,1
Antimoine (Sb) (A)	mg/kg MS	<10		<10	<10
Baryum (Ba) (A)	mg/kg MS	51		84	240
Mercure (Hg) (A)	mg/kg MS	0,2		0,2	0,6
Plomb (Pb) (A)	mg/kg MS	110		77	210

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-29**	**21-149419-30**	**21-149419-31**	**21-149419-32**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T21/2-3***	***T21/3-4***	***T22/0-1***	***T22/1-3***
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)					
Composés organohalogénés volatils - Méthode interne : COHV-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
1,1-Dichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Dichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
1,1,1-Trichloroéthane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Tétrachlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichlorométhane (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Trichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	mg/kg MS	<0,1		<0,1	<0,1
Somme des COHV	mg/kg MS	-/-		-/-	-/-
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,07
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,15	0,13	0,12	0,31
Anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	0,10
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,30	0,25	0,27	0,76
Pyrène (A)	mg/kg MS	0,24	0,20	0,21	0,63
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,14	0,13	0,15	0,42
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,15	0,13	0,14	0,42
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,24	0,22	0,25	0,72
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,09	0,08	0,10	0,27
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,16	0,14	0,17	0,49
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,13
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,12	0,10	0,13	0,37
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,12	0,10	0,13	0,37
Somme des HAP	mg/kg MS	1,7	1,5	1,7	4,9

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-29**	**21-149419-30**	**21-149419-31**	**21-149419-32**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T21/2-3***	***T21/3-4***	***T22/0-1***	***T22/1-3***

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-	-/-

Préparation d'échantillon

Minéralisation à l'eau régale - Méthode interne : MINERALISATION METAUX - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Minéralisation à l'eau régale (A)	MS	01/09/2021		01/09/2021	01/09/2021

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon (A)	g	79	86	75	72
Masse de la prise d'essai (A)	g	21	20	21	21
Refus >4mm (A)	g	60	72	32	54

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH (A)		8,6 à 20,5°C	8,4 à 20,5°C	8,3 à 20,6°C	8,3 à 20,8°C
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	840	1100	37	350

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-29**	**21-149419-30**	**21-149419-31**	**21-149419-32**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T21/2-3***	***T21/3-4***	***T22/0-1***	***T22/1-3***
Sur lixiviat filtré					
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	680	900	<100	230
Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	190	220	<10	53
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	1,5	1,5	4,7	2,3
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	8,0	10
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	<50
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	<3,0	5,0	4,0
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	12	20	12	18
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	<10
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-29**	**21-149419-30**	**21-149419-31**	**21-149419-32**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T21/2-3***	***T21/3-4***	***T22/0-1***	***T22/1-3***
Fraction solubilisée					
Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	15,0	15,0	47,0	23,0
Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1900	2200	<100	530
Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fraction soluble	mg/kg MS	6800	9000	<1000	2300
Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0	<1,0	<1,0	1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100	<100
Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)					
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,08	0,1
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	0,05	0,04
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,12	0,2	0,12	0,18
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*	*26.08.2021*
Récipient :	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	7°C	7°C	7°C	7°C
Début des analyses :	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021	26.08.2021
Fin des analyses :	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	03.09.2021
Préleveur :	*Client*	*Client*	*Client*	*Client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-33**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T22/3-4***

Analyse physique

Matières sèches - NF ISO 11465 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Matière sèche (A)	% mass MB	90,8			

Paramètres globaux / Indices

COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique - Méth. interne d'ap NF EN 13039 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	19000			

Indice hydrocarbures volatils (C5-C10) - Méthode interne : C5-C10-BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Somme des C5	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C6	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C7	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C8	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C9	mg/kg MS	<1,5			
Somme des C10	mg/kg MS	<1,5			
Indice hydrocarbure (C5-C10) (A)	mg/kg MS	<10,0			

Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au Florisil) - NF EN ISO 16703 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/kg MS	50			
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20			
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	35			
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20			

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques - Méthode interne : BTEX-HS/GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène (A)	mg/kg MS	<0,1			
Toluène (A)	mg/kg MS	<0,1			
Ethylbenzène (A)	mg/kg MS	<0,1			
m-, p-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1			
o-Xylène (A)	mg/kg MS	<0,1			
Cumène (A)	mg/kg MS	<0,1			
m-, p-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1			
Mésitylène (A)	mg/kg MS	<0,1			
o-Ethyltoluène (A)	mg/kg MS	<0,1			
Pseudocumène (A)	mg/kg MS	<0,1			
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-			

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-33**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T22/3-4***

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP (16) - NF ISO 18287 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène (A)	mg/kg MS	<0,05			
Acénaphtylène (A)	mg/kg MS	0,11			
Acénaphtène (A)	mg/kg MS	<0,05			
Fluorène (A)	mg/kg MS	0,08			
Phénanthrène (A)	mg/kg MS	0,87			
Anthracène (A)	mg/kg MS	0,28			
Fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,7			
Pyrène (A)	mg/kg MS	1,2			
Benzo(a)anthracène (A)	mg/kg MS	0,78			
Chrysène (A)	mg/kg MS	0,73			
Benzo(b)fluoranthène (A)	mg/kg MS	1,2			
Benzo(k)fluoranthène (A)	mg/kg MS	0,44			
Benzo(a)pyrène (A)	mg/kg MS	0,81			
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	mg/kg MS	<0,18			
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	mg/kg MS	0,58			
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	mg/kg MS	0,57			
Somme des HAP	mg/kg MS	9,3			

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28 (A)	mg/kg MS	<0,01			
PCB n° 52 (A)	mg/kg MS	<0,01			
PCB n° 101 (A)	mg/kg MS	<0,01			
PCB n° 118 (A)	mg/kg MS	<0,01			
PCB n° 138 (A)	mg/kg MS	<0,01			
PCB n° 153 (A)	mg/kg MS	<0,01			
PCB n° 180 (A)	mg/kg MS	<0,01			
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-			

Lixiviation

Lixiviation - Méthode interne : LIXIVIATION 1X24H - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Masse totale de l'échantillon (A)	g	120			
Masse de la prise d'essai (A)	g	21			
Refus >4mm (A)	g	81			

pH / Conductivité - NF T 90-008 / NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH (A)		8 à 20,8°C			
Conductivité [25°C] (A)	µS/cm	440			

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-33**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T22/3-4***

Sur lixiviat filtré

Résidu sec après filtration à 105+/-5°C - NF T90-029 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Résidu sec après filtration (A)	mg/l E/L	330			

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méthode interne : ANIONS - IC - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	<10			
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	72			
Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	<0,1			

Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice) (A)	µg/l E/L	<10			

Carbone organique total (COT) - NF EN 1484 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Carbone organique total (COT) (A)	mg/l E/L	1,7			

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0			
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10			
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	6,0			
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50			
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0			
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10			
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5			
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	21			
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10			
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10			
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0			

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1			

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

N° d'échantillon		**21-149419-33**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***T22/3-4***

Fraction solubilisée

Mercure - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001

Carbone organique total (COT) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	17,0

Sulfates (SO4) - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	720

Indice Phénol total - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1

Fraction soluble - Calcul d'ap. résidu sec - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fraction soluble	mg/kg MS	3300

Anions dissous - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Fluorures (F)	mg/kg MS	<1,0
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100

Métaux sur lixiviat - (calculé d'éluat à solide (1:10)) - Réalisé par WESSLING Paris (France)

Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	0,06
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,21
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05

MB : Matières brutes
MS : Matières sèches
E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	26.08.2021
Type d'échantillon :	*Sol / remblais*
Date de prélèvement :	*26.08.2021*
Récipient :	250ml VBrun WES002
Température à réception (C°) :	7°C
Début des analyses :	26.08.2021
Fin des analyses :	03.09.2021
Préleveur :	*Client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 03.09.2021

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10.

21-149419-04
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-149419-07
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-149419-08
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-149419-09
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-149419-13
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-149419-16
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (S), Indice hydrocarbure C10-C40: Présence de HAP inclus dans l'indice HCT

21-149419-25
Commentaires des résultats:
Lixiviation (pH et conduct.), pH: Résultat hors champ d'accréditation : pH hors méthode car supérieur a 10

Signataire approbateur :

Alexandra GUTTIN
Responsable Qualité et Sécurité

ANNEXE 11 TABLEAUX DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS D'ANALYSES SUR LES SOLS

ESEMAS.2020.04756 - ROUEN

Tableau présentant les résultats d’analyses sur les paramètres inorganiques (sol)

Désignation d'échantillon			T1/0,05-1	T1/1-2	T1/3-4	T2/0,05-1	T2/2-3	T2/3-4	T3/0-1	T3/1-3	T3/3-4	T4/0,05-2	T4/2-3	T4/3-4	T5/0-1	T5/2-3	T5/3-4	T6/0-1	T6/1-2	T6/3-4	T7/0-2	T7/2-3	T7/3-4	T8/0-2	T8/2-3	T8/3-4	T9/0-2	T9/2-3	T9/3-4	T10/0-1	T10/1-3	T10/3-4	T11/0-1	T11/1-3	T11/3-4	T12/0-1	T12/1-2	T12/2-4
Métaux	**Unité**	**valeurs ASPITET**	Remblais	Sables	Sables	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	*Remblais ?*	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Sables	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	*Remblais ?*	Remblais	Sables	Sables	Remblais	Sables	Sables
Chrome (Cr) total	mg/kg	**90,00**	9	10	NA	7	8	NA	23	13	NA	8	9	NA	16	11	NA	30	10	NA	10	10	NA	12	8	NA	11	12	26	22	27	NA	21	9	NA	20	NA	NA
Nickel (Ni)	mg/kg	**60,00**	6	6	NA	6	4	NA	23	13	NA	5	7	NA	13	9	NA	20	5	NA	7	7	NA	8	6	NA	7	10	21	37	31	NA	17	5	NA	13	NA	NA
Cuivre (Cu)	mg/kg	**20,00**	**29**	10	NA	11	4	NA	**280**	**130**	NA	18	14	NA	**37**	**37**	NA	**33**	4	NA	14	17	NA	13	5	NA	**54**	**39**	**120**	**130**	**270**	NA	**78**	6	NA	**71**	NA	NA
Zinc (Zn)	mg/kg	**100,00**	71	23	NA	97	15	NA	**440**	**200**	NA	41	26	NA	**130**	**110**	NA	**1100**	31	NA	**150**	**150**	NA	**170**	21	NA	88	**120**	**230**	**650**	**450**	NA	**360**	22	NA	**370**	NA	NA
Arsenic (As)	mg/kg	**25**	10	6	NA	3	3	NA	19	11	NA	4	4	NA	8	8	NA	6	3	NA	4	5	NA	6	3	NA	6	6	17	16	20	NA	14	4	NA	14	NA	NA
Cadmium (Cd)	mg/kg	**0,50**	<0,5	<0,5	NA	<0,5	<0,5	NA	<1,7	<0,9	NA	<0,5	<0,5	NA	<0,7	<0,5	NA	**1**	<0,5	NA	<0,5	<0,5	NA	<0,5	<0,5	NA	<0,5	<0,5	<1,8	<1,2	<1,6	NA	<1,4	<0,5	NA	<1,2	NA	NA
Mercure (Hg)	mg/kg	**0,10**	**0,3**	<0,1	NA	0,1	<0,1	NA	**0,7**	**0,5**	NA	0,1	<0,1	NA	**0,2**	**0,3**	NA	**0,9**	<0,1	NA	<0,1	**0,2**	NA	**0,2**	<0,1	NA	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**0,4**	**1,3**	NA	**0,9**	<0,1	NA	**0,9**	NA	NA
Plomb (Pb)	mg/kg	**50,00**	**88**	48	NA	**64**	<10	NA	**330**	**260**	NA	37	24	NA	**86**	**91**	NA	**62**	<10	NA	47	**120**	NA	**80**	30	NA	**74**	**180**	**280**	**340**	**350**	NA	**260**	15	NA	**280**	NA	NA

Tableau présentant les résultats d’analyses sur les paramètres organiques (sol)

Désignation d'échantillon			T1/0,05-1	T1/1-2	T1/3-4	T2/0,05-1	T2/2-3	T2/3-4	T3/0-1	T3/1-3	T3/3-4	T4/0,05-2	T4/2-3	T4/3-4	T5/0-1	T5/2-3	T5/3-4	T6/0-1	T6/1-2	T6/3-4	T7/0-2	T7/2-3	T7/3-4	T8/0-2	T8/2-3	T8/3-4	T9/0-2	T9/2-3	T9/3-4	T10/0-1	T10/1-3	T10/3-4	T11/0-1	T11/1-3	T11/3-4	T12/0-1	T12/1-2	T12/2-4
Paramètres globaux / Indices	**Unité**	**valeurs guides ISDI**	Remblais	Sables	Sables	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	*Remblais ?*	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Sables	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	*Remblais ?*	Remblais	Sables	Sables	Remblais	Sables	Sables
Carbone organique total (COT)																																						
Carbone organique total (COT)	mg/kg	**30000**	11000	8000	9700	21000	11000	10000	**64000**	**39000**	18000	8100	7600	11000	25000	19000	14000	**41000**	75	4200	**42000**	12000	2600	3400	9500	6100	9600	17000	**47000**	**59000**	**75000**	13000	**34000**	15000	5000	27000	6100	24000
Hydrocarbure (C5-C10)																																						
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg	*pvl*	NA	NA	NA	<10	<10	<10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hydrocarbure C10-C40																																						
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<40	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	56	<20	<20	90	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	390	<20	<20	950	180	50	<20	<20	<20	<20	<20	<20	31	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	93	32	60	<20	28	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	620	<20	21	1600	350	98	<20	33	22	74	52	72	120	<20	<20	47	22	<20	190	22	25	<20	56	370	110	830	29	100	<20	<20	55	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	54	<20	<20	96	26	<20	<20	<20	<20	22	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg	**500**	35	<20	34	**1100**	<20	33	**2700**	**580**	160	<20	34	22	120	73	96	180	<20	<20	54	27	<20	230	25	27	26	69	490	140	**920**	33	130	<20	<20	73	<20	<20
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)																																						
1,1-Dichloroéthane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
Dichlorométhane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
Tétrachloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	0,12	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
Tétrachlorométhane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
Trichlorométhane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
Trichloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	0,35	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
Chlorure de vinyle	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA
Somme des COHV	mg/kg	1*	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	0,47	-/-	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	NA	NA
Hydrocarbures mono-aromatiques (BTEX)																																						
Benzène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
somme BTEX	mg/kg	**6**	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																																						
Naphthalène	mg/kg	*pvl*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,50	<0,05	<0,05	0,77	<0,50	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,15	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,5	0,11	0,12	<0,05	0,28	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05
Acénaphtylène	mg/kg	*pvl*	<0,05	<0,05	<0,05	8	0,09	0,15	10	1,9	0,48	<0,05	<0,05	<0,05	0,25	0,11	0,2	0,42	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	0,27	0,45	0,28	<0,05	0,45	<0,05	<0,05	0,22	<0,05	<0,05
Acénaphtène	mg/kg	*pvl*	<0,05	<0,05	<0,05	1,5	<0,05	<0,05	1,9	<0,50	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	0,11	0,18	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,32	0,08	0,07	<0,05	0,24	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	<0,05
Fluorène	mg/kg	*pvl*	<0,05	<0,05	<0,05	4,4	<0,05	0,06	11	2,1	0,53	<0,05	<0,05	<0,05	0,17	0,11	0,27	0,32	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,4	0,11	0,11	<0,05	0,33	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	<0,05
Phénanthrène	mg/kg	*pvl*	0,19	<0,05	<0,05	40	0,28	0,53	107	19	4,8	<0,05	<0,05	<0,05	1,5	0,74	1,5	3,7	<0,05	<0,05	0,11	0,09	<0,05	0,21	0,2	<0,05	0,3	0,28	1,1	1,7	1,4	0,19	3,3	<0,05	0,07	1,8	0,07	<0,05
Anthracène	mg/kg	*pvl*	0,06	<0,05	<0,05	19	0,16	0,29	62	9,9	2,5	<0,05	<0,05	<0,05	0,62	0,24	0,53	1,3	<0,05	<0,05	0,09	0,07	<0,05	0,52	0,07	<0,05	0,14	0,12	0,71	0,79	0,48	0,07	0,81	<0,05	<0,05	0,51	<0,05	<0,05
Fluoranthène (*)	mg/kg	*pvl*	0,54	0,05	<0,05	64	0,53	0,93	235	38	13	0,13	<0,05	<0,05	2,6	1,2	1,8	5,5	<0,05	<0,05	0,38	0,36	0,05	2,9	0,4	0,17	0,67	0,6	3,8	4,6	3,1	0,31	5,3	0,1	0,16	3,7	0,18	0,07
Pyrène	mg/kg	*pvl*	0,44	<0,05	<0,05	49	0,41	0,71	202	31	11	0,11	<0,05	<0,05	2,1	0,92	1,4	3,7	<0,05	<0,05	0,33	0,31	<0,05	2,6	0,33	0,14	0,55	0,49	3,2	3,9	2,7	0,27	4,3	0,08	0,13	2,9	0,15	0,06
Benzo(a)anthracène	mg/kg	*pvl*	0,29	<0,05	<0,05	26	0,24	0,41	101	16	4,5	0,06	<0,05	<0,05	1,1	0,49	0,75	2,3	<0,05	<0,05	0,24	0,22	<0,05	2,8	0,31	0,13	0,33	0,28	1,8	2,2	1,4	0,14	2,3	<0,05	0,07	1,8	0,09	<0,05
Chrysène	mg/kg	*pvl*	0,26	<0,05	<0,05	21	0,18	0,33	82	13	3,6	0,05	<0,05	<0,05	0,92	0,47	0,65	2	<0,05	<0,05	0,22	0,2	<0,05	3,6	0,36	0,16	0,34	0,29	1,7	2,5	1,6	0,15	2,5	<0,05	0,07	2	0,11	<0,05
Benzo(b)fluoranthène (*)	mg/kg	*pvl*	0,45	<0,05	<0,05	27	0,28	0,48	112	18	5,1	0,1	<0,05	<0,05	1,5	0,76	0,98	2,7	<0,05	<0,05	0,38	0,37	0,07	5	0,51	0,21	0,57	0,47	2,7	3,7	2,4	0,23	4	0,09	0,13	3,1	0,17	0,07
Benzo(k)fluoranthène (*)	mg/kg	*pvl*	0,17	<0,05	<0,05	11	0,12	0,18	45	6,9	1,9	<0,05	<0,05	<0,05	0,58	0,3	0,38	1	<0,05	<0,05	0,14	0,13	<0,05	1,8	0,19	0,07	0,24	0,16	1	1,4	0,97	0,09	1,6	<0,05	0,05	1,2	0,06	<0,05
Benzo(a)pyrène (*)	mg/kg	*pvl*	0,33	<0,05	<0,05	22	0,23	0,37	94	15	4,2	0,07	<0,05	<0,05	1,2	0,56	0,76	1,9	<0,05	<0,05	0,26	0,25	<0,05	2,6	0,33	0,11	0,4	0,32	2	2,1	1,7	0,17	2,7	0,06	0,08	2	0,09	<0,05
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg	*pvl*	<0,08	<0,05	<0,05	<3,4	<0,05	<0,08	<16	<2,7	<0,74	<0,05	<0,05	<0,05	<0,26	<0,13	<0,16	<0,38	<0,05	<0,05	<0,07	<0,07	<0,05	<0,55	<0,09	<0,05	<0,10	<0,07	<0,34	<0,49	<0,32	<0,05	<0,56	<0,05	<0,05	<0,43	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)pérylène (*)	mg/kg	*pvl*	0,23	<0,05	<0,05	12	0,13	0,22	54	9,3	2,6	<0,05	<0,05	<0,05	0,82	0,4	0,49	1,1	<0,05	<0,05	0,19	0,2	<0,05	1,9	0,23	0,08	0,33	0,22	1,5	2	1,3	0,13	2	<0,05	0,06	1,7	0,07	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène (*)	mg/kg	*pvl*	0,23	<0,05	<0,05	13	0,13	0,23	57	9,4	2,8	<0,05	<0,05	<0,05	0,83	0,41	0,5	1,2	<0,05	<0,05	0,2	0,19	<0,05	2,1	0,23	0,09	0,31	0,22	1,3	1,8	1,3	0,12	2,1	<0,05	<0,05	1,5	0,06	<0,05
Somme des HAP	mg/kg	**50**	3,2	0,05	-/-	**318,7**	2,8	4,9	1 170	**189,3**	**57,6**	0,52	-/-	-/-	14,3	6,7	10,5	27,3	-/-	-/-	2,6	2,4	0,13	26	3,2	1,2	4,3	3,5	23,2	27,4	19,1	1,9	32,3	0,35	0,84	22,6	1,1	0,21
Polychlorobiphényles (PCB)																																						
Somme des 7 PCB	mg/kg	**1**	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

Tableau présentant les résultats d’analyses sur les paramètres sur éluât (sol)

Désignation d'échantillon			T1/0,05-1	T1/1-2	T1/3-4	T2/0,05-1	T2/2-3	T2/3-4	T3/0-1	T3/1-3	T3/3-4	T4/0,05-2	T4/2-3	T4/3-4	T5/0-1	T5/2-3	T5/3-4	T6/0-1	T6/1-2	T6/3-4	T7/0-2	T7/2-3	T7/3-4	T8/0-2	T8/2-3	T8/3-4	T9/0-2	T9/2-3	T9/3-4	T10/0-1	T10/1-3	T10/3-4	T11/0-1	T11/1-3	T11/3-4	T12/0-1	T12/1-2	T12/2-4
Lixiviation	**Unité**	**valeurs guides ISDI**	Remblais	Sables	Sables	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	*Remblais ?*	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Sables	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	*Remblais ?*	Remblais	Sables	Sables	Remblais	Sables	Sables
Cations, anions et éléments non métalliques																																						
Fraction soluble	mg/kg	**4000**	<1000	<1000	<1000	**20000**	**5700**	3600	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	2100	2700	<1000	<1000	<1000	**4600**	**14000**	**5500**	**11000**	1600	1400	<1000	<1000	1800	**22000**	**19000**	1300	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
Sulfates (SO4)	mg/kg	**1000**	<100	<100	<100	**14000**	**1500**	420	<100	<100	<100	140	<100	<100	<100	350	520	<100	<100	<100	880	**7200**	**1500**	**3900**	410	220	<100	<100	240	**14000**	**12000**	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Fluorures (F)	mg/kg	**10**	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	1	<1	1	2	2	1	1	<1	2	2	<1	2	<1	<1	3	1	<1
Chlorures (Cl)	mg/kg	**800**	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Paramètres globaux / Indices																																						
Phénol (indice) après distillation	mg/kg	**1**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Carbone organique total (COT)	mg/kg	**500**	34	28	17	15	16	11	49	36	26	25	22	14	21	19	18	87	25	20	22	23	15	40	29	15	22	25	24	59	8	49	60	21	18	37	23	13
Eléments métalliques																																						
Mercure (Hg)	mg/kg	**0,01**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,001	<0,002	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chrome (Cr) total	mg/kg	**0,5**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg	**0,4**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,16	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg	**2**	0,1	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,27	0,19	0,1	0,06	<0,05	<0,05	0,06	0,07	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	0,12	0,11	0,06	0,08	<0,05	0,11	0,19	0,12	<0,05	0,15	<0,1	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg	**4**	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg	**0,5**	0,24	0,17	0,08	<0,03	<0,03	<0,03	0,1	0,11	0,07	0,05	0,04	<0,04	0,07	0,07	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,04	<0,03	0,06	0,03	0,03	<0,03	<0,03	0,07	0,09	0,05	0,05	0,1	0,08	0,05
Sélénium (Se)	mg/kg	**0,1**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg	**0,04**	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg	**20**	<0,05	<0,05	<0,05	0,3	0,06	<0,05	0,22	0,08	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,1	0,12	0,06	<0,05	<0,05	0,26	0,46	0,22	0,6	<0,05	<0,05	0,06	0,47	0,08	0,28	0,4	0,94	0,17	<0,05	<0,05	0,3	0,09	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg	**0,5**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg	**0,5**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	<0,1	0,48	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg	**0,06**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,09**	<0,05	0,05	<0,05	**0,28**	0,05	<0,05	<0,05	**0,1**	<0,05	<0,05
Autre																																						
Cyanures totaux (CN)	mg/kg	*pvl*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	<0,1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

pvl : pas de valeur limite ; <x : inférieure à la limite de quantification du laboratoire ; NA : Non Analysé ; -/- : Non Quantifiable

ESEMAS.2020.04756 - ROUEN

Tableau présentant les résultats d’analyses sur les paramètres inorganiques (sol)

Désignation d'échantillon			**T13/0-1**	**T13/1-2**	**T13/2-3**	**T14/0-1**	**T14/1-2,5**	**T14/2,5-3,5**	**T15/0-1**	**T15/1-3**	**T15/3-4**	**T16/1-2**	**T16/2-3**	**T16/3-4**	**T17/0,1-1**	**T17/1-2**	**T17/2-3,5**	**T18/0-1**	**T18/1-3**	**T18/3-3,5**	**T19/0-1**	**T19/1-2**	**T19/2-4**	**T20/0-2**	**T20/2-2,9**	**T20/2,9-3,7**	**T21/0-1**	**T21/2-3**	**T21/3-4**	**T22/0-1**	**T22/1-3**	**T22/3-4**	**T23/0-1**	**T23/1-3**	**T23/3-4**	**T24/0-1**	**T24/1-2,7**	**T24/2,7-4**	**T25/0-1**	**T25/1-2**	**T25/2-3,3**
Métaux	**Unité**	**valeurs ASPITET**	Remblais	Remblais	*Remblais ?*	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Sables
Chrome (Cr) total	mg/kg	**90,00**	12	11	NA	25	29	NA	22	34	42	28	75	NA	12	12	NA	17	15	NA	11	15	NA	21	29	NA	12	12	NA	13	15	NA	12	NA	NA	16	41	17	12	NA	NA
Nickel (Ni)	mg/kg	**60,00**	7	7	NA	16	21	NA	15	35	33	35	49	NA	20	18	NA	20	15	NA	9	10	NA	19	23	NA	10	6	NA	9	13	NA	11	NA	NA	10	15	12	9	NA	NA
Cuivre (Cu)	mg/kg	**20,00**	12	20	NA	**30**	**110**	NA	**42**	**320**	**460**	**120**	**140**	NA	**46**	**190**	NA	**38**	**41**	NA	**35**	**44**	NA	**110**	**290**	NA	**44**	14	NA	19	**100**	NA	**47**	NA	NA	**34**	**99**	**24**	**67**	NA	NA
Zinc (Zn)	mg/kg	**100,00**	71	**140**	NA	**300**	**290**	NA	**230**	**1100**	**860**	**420**	**560**	NA	**420**	**400**	NA	**300**	**690**	NA	**970**	**280**	NA	**300**	**310**	NA	**170**	**110**	NA	**130**	**330**	NA	**260**	NA	NA	**200**	**320**	68	**210**	NA	NA
Arsenic (As)	mg/kg	**25**	4	6	NA	7	14	NA	10	24	**30**	**35**	**59**	NA	11	9	NA	14	8	NA	7	8	NA	13	18	NA	7	4	NA	5	9	NA	8	NA	NA	7	12	7	7	NA	NA
Cadmium (Cd)	mg/kg	**0,50**	<0,5	<0,5	NA	<0,5	<1,4	NA	<0,5	<2,1	<7,0	<1,3	<2,0	NA	<0,7	<0,7	NA	<0,8	<0,9	NA	<0,6	<0,7	NA	<1,1	<2,5	NA	<0,7	<0,5	NA	<0,5	<1,1	NA	<0,8	NA	NA	<0,6	<1,5	<0,5	<0,9	NA	NA
Mercure (Hg)	mg/kg	**0,10**	**0,1**	**0,2**	NA	**0,1**	**0,8**	NA	**0,2**	**0,6**	**1,7**	**3,8**	**2,2**	NA	**0,5**	**0,4**	NA	**0,2**	**0,5**	NA	**0,2**	**0,4**	NA	**1**	**2,2**	NA	**0,4**	**0,2**	NA	**0,2**	**0,6**	NA	**0,3**	NA	NA	**0,3**	**0,9**	**0,2**	**0,5**	NA	NA
Plomb (Pb)	mg/kg	**50,00**	43	**82**	NA	**68**	**510**	NA	**83**	**910**	**970**	**350**	**1400**	NA	**760**	**770**	NA	**560**	**1800**	NA	**410**	**200**	NA	**480**	**980**	NA	**240**	**110**	NA	**77**	**210**	NA	**170**	NA	NA	**160**	**280**	**110**	**220**	NA	NA

Tableau présentant les résultats d’analyses sur les paramètres organiques (sol)

Désignation d'échantillon			**T13/0-1**	**T13/1-2**	**T13/2-3**	**T14/0-1**	**T14/1-2,5**	**T14/2,5-3,5**	**T15/0-1**	**T15/1-3**	**T15/3-4**	**T16/1-2**	**T16/2-3**	**T16/3-4**	**T17/0,1-1**	**T17/1-2**	**T17/2-3,5**	**T18/0-1**	**T18/1-3**	**T18/3-3,5**	**T19/0-1**	**T19/1-2**	**T19/2-4**	**T20/0-2**	**T20/2-2,9**	**T20/2,9-3,7**	**T21/0-1**	**T21/2-3**	**T21/3-4**	**T22/0-1**	**T22/1-3**	**T22/3-4**	**T23/0-1**	**T23/1-3**	**T23/3-4**	**T24/0-1**	**T24/1-2,7**	**T24/2,7-4**	**T25/0-1**	**T25/1-2**	**T25/2-3,3**
Paramètres globaux / Indices	**Unité**	**valeurs guides ISDI**	Remblais	Remblais	*Remblais ?*	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Sables
Carbone organique total (COT)																																									
Carbone organique total (COT)	mg/kg	**30000**	29000	**33000**	**34000**	**48000**	**61000**	**84000**	**47000**	**87000**	**100000**	**62000**	**72000**	**37000**	**66000**	**40000**	**44000**	**32000**	**39000**	25000	**30000**	**40000**	**41000**	**39000**	**47000**	20000	25000	12000	19000	18000	18000	19000	28000	**41000**	22000	25000	29000	15000	15000	20000	17000
Hydrocarbure (C5-C10)																																									
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg	*pvl*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	<10	<10	<10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Hydrocarbure C10-C40																																									
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	39	41	22	<20	24	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	25	<20	63	<20	<20	<20	<20	<20	<20	37	26	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	64	58	120	47	240	360	97	120	190	27	94	96	<20	33	34	<20	75	76	82	69	110	28	<20	39	46	28	35	100	82	<20	<20	160	27	28	250	120
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg	*pvl*	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg	**500**	<20	<20	<20	87	68	130	60	290	400	130	160	230	37	100	100	<20	37	36	<20	96	91	110	79	180	38	<20	45	56	37	50	140	110	<20	<20	170	33	35	260	130
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)																																									
1,1-Dichloroéthane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
Dichlorométhane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
Tétrachloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
Tétrachlorométhane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
Trichlorométhane	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
Trichloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	0,59	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
Chlorure de vinyle	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	<0,1	NA	<0,1	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA
Somme des COHV	mg/kg	1*	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	0,59	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	-/-	NA	-/-	NA	NA	-/-	-/-	-/-	-/-	NA	NA
Hydrocarbures mono-aromatiques (BTEX)																																									
Benzène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg	*pvl*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
somme BTEX	mg/kg	**6**	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																																									
Naphthalène	mg/kg	*pvl*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,13	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtylène	mg/kg	*pvl*	<0,05	<0,05	0,08	0,09	<0,05	<0,05	0,41	0,53	0,38	0,1	0,14	<0,05	0,21	0,1	0,09	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	0,36	0,21	0,25	0,08	0,37	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,11	0,92	0,48	<0,05	0,08	0,25	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphtène	mg/kg	*pvl*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	0,2	<0,05	0,66	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,07	0,08	0,1
Fluorène	mg/kg	*pvl*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,13	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	0,3	0,07	0,86	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	0,52	0,36	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,12	0,16	0,19
Phénanthrène	mg/kg	*pvl*	0,15	0,22	0,34	0,15	0,25	<0,05	0,4	1,4	0,79	0,41	0,49	0,2	1,2	0,57	0,49	0,14	0,28	0,16	0,3	1,3	0,83	2,6	0,73	6,7	0,29	0,15	0,13	0,12	0,31	0,87	4,7	2,9	0,12	0,23	1	1,1	0,96	1,4	1,4
Anthracène	mg/kg	*pvl*	<0,05	0,08	0,17	0,14	0,1	<0,05	0,47	0,74	0,46	0,18	0,19	0,08	0,26	0,18	0,15	0,1	0,18	0,07	0,11	0,62	0,37	1,1	0,28	2,3	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,28	1,7	0,94	<0,05	0,11	0,37	0,26	0,2	0,22	0,23
Fluoranthène (*)	mg/kg	*pvl*	0,33	0,52	0,84	0,54	0,57	0,17	1,8	4,5	3,2	1	1,5	0,47	2	1	0,92	0,38	0,66	0,28	0,68	3,8	2,1	4,3	1,5	9,3	0,83	0,3	0,25	0,27	0,76	1,7	7,2	4,9	0,25	0,6	2,3	1,5	1,1	1,5	1,4
Pyrène	mg/kg	*pvl*	0,26	0,42	0,64	0,46	0,49	0,15	1,4	3,7	2,8	0,8	1,2	0,4	1,6	0,8	0,75	0,3	0,73	0,26	0,54	3,2	1,7	3,4	1,1	6,7	0,67	0,24	0,2	0,21	0,63	1,2	5,3	3,7	0,2	0,47	1,9	1,1	0,74	0,92	0,79
Benzo(a)anthracène	mg/kg	*pvl*	0,15	0,3	0,37	0,3	0,29	0,09	1	2,7	2	0,57	0,87	0,28	0,6	0,4	0,32	0,21	0,47	0,14	0,37	2,5	1,1	1,7	0,57	3,3	0,44	0,14	0,13	0,15	0,42	0,78	2,8	1,9	0,1	0,28	1,1	0,48	0,46	0,48	0,45
Chrysène	mg/kg	*pvl*	0,18	0,37	0,43	0,3	0,29	0,09	0,93	2,5	2	0,53	0,86	0,26	0,86	0,48	0,41	0,23	0,68	0,16	0,43	2,5	1,2	1,6	0,6	3	0,44	0,15	0,13	0,14	0,42	0,73	2,8	2,3	0,12	0,33	1,3	0,52	0,52	0,54	0,49
Benzo(b)fluoranthène (*)	mg/kg	*pvl*	0,29	0,55	0,67	0,54	0,5	0,15	1,6	5,1	4	1,2	1,7	0,5	1,3	0,76	0,63	0,41	0,95	0,29	0,6	4	1,8	2,3	0,92	3,4	0,74	0,24	0,22	0,25	0,72	1,2	3,9	3,4	0,21	0,52	2,1	0,72	0,72	0,75	0,59
Benzo(k)fluoranthène (*)	mg/kg	*pvl*	0,12	0,23	0,3	0,22	0,21	<0,05	0,68	2	1,6	0,42	0,64	0,18	0,53	0,32	0,28	0,16	0,39	0,13	0,26	1,6	0,76	0,93	0,4	1,4	0,28	0,09	0,08	0,1	0,27	0,44	1,4	1,2	0,08	0,22	0,86	0,29	0,29	0,3	0,23
Benzo(a)pyrène (*)	mg/kg	*pvl*	0,18	0,32	0,44	0,39	0,34	0,09	1,2	3,9	2,9	0,66	1,2	0,33	0,88	0,51	0,42	0,27	0,57	0,19	0,39	2,7	1,2	1,7	0,59	2,5	0,48	0,16	0,14	0,17	0,49	0,81	2,8	2,3	0,13	0,34	1,4	0,51	0,43	0,44	0,34
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg	*pvl*	<0,05	<0,09	<0,11	<0,10	<0,08	<0,05	<0,25	<0,63	<0,51	<0,30	<0,05	<0,10	<0,16	<0,11	<0,10	<0,07	<0,11	<0,05	<0,10	<0,56	<0,25	<0,31	<0,14	<0,48	<0,12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,13	<0,18	<0,56	<0,45	<0,05	<0,09	<0,31	<0,11	<0,12	<0,12	<0,11
Benzo(ghi)pérylène (*)	mg/kg	*pvl*	0,15	0,27	0,35	0,3	0,26	<0,05	0,89	3,6	2,8	1,6	1,2	0,35	0,68	0,4	0,33	0,24	0,37	0,14	0,29	2	0,94	1,1	0,42	1,3	0,38	0,12	0,1	0,13	0,37	0,57	1,8	1,8	0,11	0,27	1,1	0,36	0,32	0,32	0,2
Indéno(123-cd)pyrène (*)	mg/kg	*pvl*	0,13	0,25	0,32	0,3	0,22	<0,05	0,88	3,3	2,6	1,2	1,2	0,33	0,67	0,37	0,32	0,22	0,39	0,14	0,3	2	0,94	1,2	0,46	1,5	0,39	0,12	0,1	0,13	0,37	0,58	2	1,8	0,1	0,28	1,2	0,36	0,32	0,34	0,24
Somme des HAP	mg/kg	**50**	2	3,5	4,9	3,7	3,5	0,74	11,7	34,3	25,5	8,7	11,2	3,4	10,8	5,9	5,1	2,7	5,6	2	4,3	26,6	13,2	22,8	7,6	43,6	5,1	1,7	1,5	1,7	4,9	9,3	38,1	28,3	1,4	3,7	14,7	7,6	6,3	7,5	6,7
Polychlorobiphényles (PCB)																																									
Somme des 7 PCB	mg/kg	**1**	-/-	-/-	-/-	0,96	0,45	0,091	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	0,045	-/-	-/-

Tableau présentant les résultats d’analyses sur les paramètres sur éluât (sol)

Désignation d'échantillon			**T13/0-1**	**T13/1-2**	**T13/2-3**	**T14/0-1**	**T14/1-2,5**	**T14/2,5-3,5**	**T15/0-1**	**T15/1-3**	**T15/3-4**	**T16/1-2**	**T16/2-3**	**T16/3-4**	**T17/0,1-1**	**T17/1-2**	**T17/2-3,5**	**T18/0-1**	**T18/1-3**	**T18/3-3,5**	**T19/0-1**	**T19/1-2**	**T19/2-4**	**T20/0-2**	**T20/2-2,9**	**T20/2,9-3,7**	**T21/0-1**	**T21/2-3**	**T21/3-4**	**T22/0-1**	**T22/1-3**	**T22/3-4**	**T23/0-1**	**T23/1-3**	**T23/3-4**	**T24/0-1**	**T24/1-2,7**	**T24/2,7-4**	**T25/0-1**	**T25/1-2**	**T25/2-3,3**
Lixiviation	**Unité**	**valeurs guides ISDI**	Remblais	Remblais	*Remblais ?*	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Sables	Remblais	Remblais	Sables
Cations, anions et éléments non métalliques																																									
Fraction soluble	mg/kg	**4000**	<1000	**15000**	**4300**	<1000	2000	**22000**	<1000	**21000**	**15000**	**5400**	**24000**	**10000**	**22000**	**22000**	**22000**	**16000**	**22000**	**21000**	**23000**	**13000**	**5900**	**22000**	**21000**	1700	3900	**6800**	**9000**	<1000	2300	3300	<1000	<1000	<1000	<1000	**7600**	1700	**21000**	**6300**	2700
Sulfates (SO4)	mg/kg	**1000**	<100	**5800**	690	<100	**1200**	**15000**	<100	**13000**	**7000**	890	**15000**	**2800**	**13000**	**14000**	**14000**	**7700**	**15000**	**15000**	**15000**	**5100**	900	**15000**	**14000**	320	790	**1900**	**2200**	<100	530	720	<100	120	<100	150	**2000**	390	**14000**	**1100**	430
Fluorures (F)	mg/kg	**10**	<1	<1	<1	<1	3	2	2	5	1	3	5	2	2	1	1	3	1	1	2	1	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	1	1	<1	<1	1	<1	1	<1	<1
Chlorures (Cl)	mg/kg	**800**	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Paramètres globaux / Indices																																									
Phénol (indice) après distillation	mg/kg	**1**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Carbone organique total (COT)	mg/kg	**500**	27	21	16	67	46	19	37	36	42	59	60	26	<8	14	8	23	20	16	21	27	54	19	22	<8	33	15	15	47	23	17	41	44	33	33	35	10	<8	13	11
Eléments métalliques																																									
Mercure (Hg)	mg/kg	**0,01**	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	<0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chrome (Cr) total	mg/kg	**0,5**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg	**0,4**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg	**2**	0,06	<0,05	<0,05	0,1	0,12	<0,05	0,09	0,13	0,23	0,41	0,37	0,09	<0,05	0,14	0,08	<0,05	0,07	0,22	0,13	0,09	0,14	0,07	0,09	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	0,08	0,1	0,06	0,15	0,17	0,1	0,1	0,18	<0,05	<0,05	0,08	0,07
Zinc (Zn)	mg/kg	**4**	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,76	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg	**0,5**	0,05	<0,03	0,04	<0,05	0,07	0,05	<0,08	<0,03	<0,03	0,18	0,1	<0,03	<0,03	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	<0,03	0,05	0,05	<0,04	<0,03	0,04	<0,03	<0,03	0,05	0,04	<0,03	0,08	0,08	0,05	0,06	0,05	<0,03	<0,03	0,05	<0,07
Sélénium (Se)	mg/kg	**0,1**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg	**0,04**	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg	**20**	<0,05	0,4	0,15	0,06	0,12	0,42	0,11	0,46	0,4	0,18	0,59	0,56	0,87	0,54	0,87	1,2	0,57	0,47	0,71	0,24	0,22	0,5	0,43	0,11	0,29	0,12	0,2	0,12	0,18	0,21	0,08	0,12	0,08	0,1	0,23	0,13	0,4	0,14	0,11
Plomb (Pb)	mg/kg	**0,5**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,15	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg	**0,5**	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	<0,1	0,15	<0,1	0,18	0,31	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,19	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg	**0,06**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	**0,07**	<0,05	**0,08**	**0,11**	**0,21**	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Autre																																									
Cyanures totaux (CN)	mg/kg	*pvl*	NA	NA	NA	NA	NA	NA	<0,1	<0,1	<0,1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

pvl : pas de valeur limite ; <x : inférieure à la limite de quantification du laboratoire ; NA : Non Analysé ; -/- : Non Quantifiable

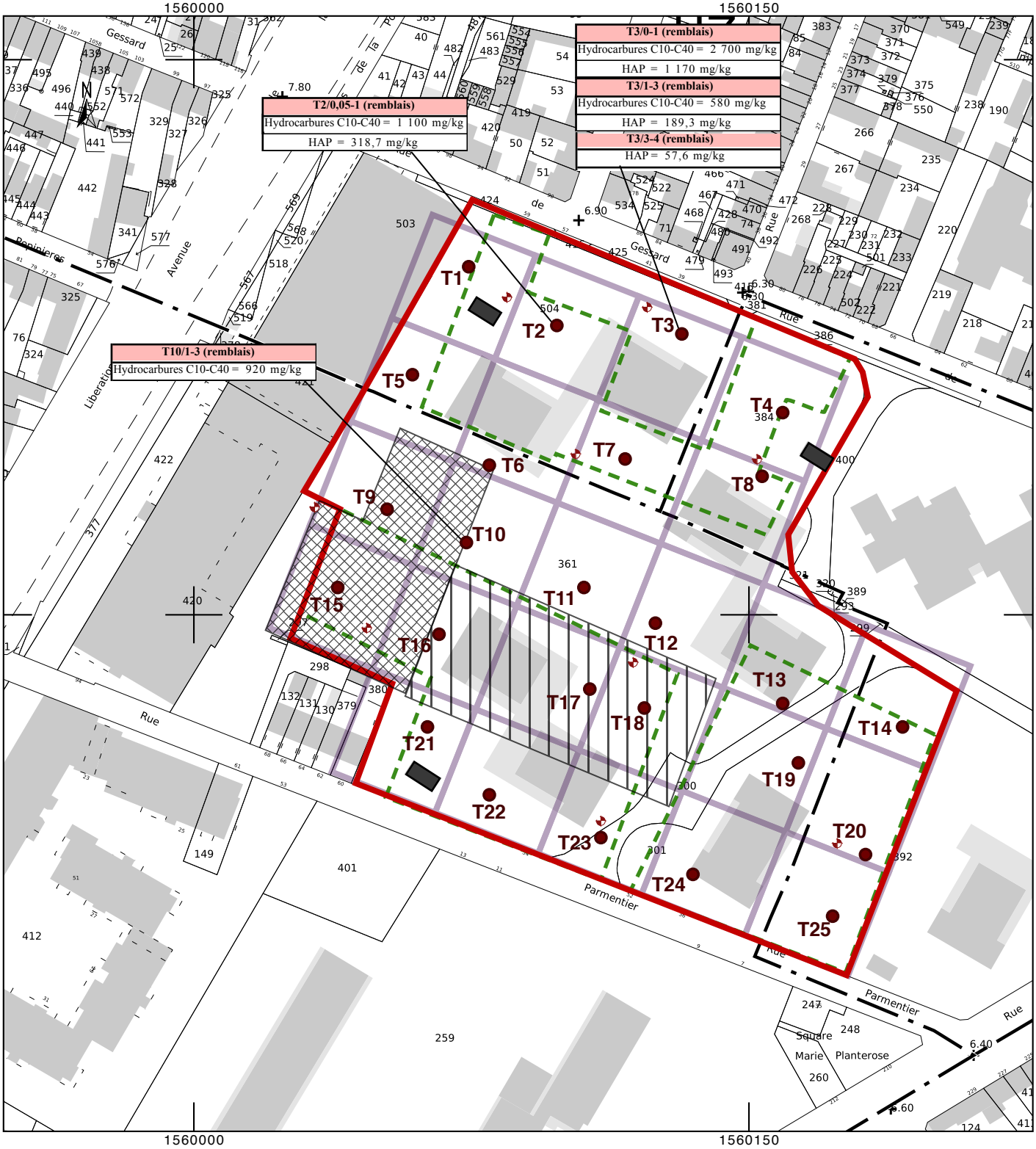
ANNEXE 12 PLAN DE LOCALISATION DES IMPACTS

LOCALISATION DES IMPACTS SUR LES SOLS EN COMPOSÉS ORGANIQUES

N° Dossier : E SE MAS 2020.04756

Chantier : ROUEN (76)

Mission : DIAG



Légende :

- Emprise du projet
- Emprise des futurs sous-sols

Sources potentielles de pollutions :

- Transformateur
- Localisation approximation d'une ancienne activité (casse automobile supposée)
- Localisation approximation d'une ancienne zone remaniée

Investigations :

- Sondages à 4 mètres de profondeur
- Piézomètres présents

Maillage 30 par 30 mètres Document en date du 20/10/2021 - Format A4 - échelle 1 / 1 500 20 m

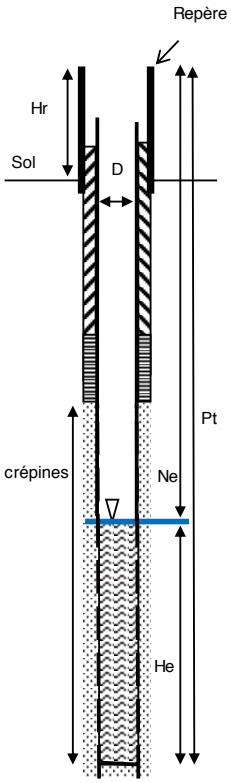
ANNEXE 13 FICHES DE PRÉLÈVEMENT DES EAUX SOUTERRAINES

Fiche de prélèvement des eaux souterraines

Dossier	**2020.04756**		
Chantier	ROUEN (76)		
Adresse	36-54 rue Parmentier		
Ingénieur :	LL	Préleveur :	LL
Date de prélèvement :	08/09/2021		

Document Qualité
Repère : ENR/ENV/03/02/01
Indice de révision : V7
Date de révision : 27/07/2021

Météo : SOLEIL



Réf. ouvrage :	**PZA**	Implanté le : non renseigné	
Position hydraulique :			
Coordonnées du GPS n°6 :	X : 49°25'35,8"	Y : 001°04'13,2"	Z :
Environnement de l'ouvrage :	Friche		

Repère (point le + haut) :	Capot				
Hr : Hauteur du repère / sol :	0,37	m/sol	Volume d'eau ($V = He.Pi.(D^2)/(4.10^3)$) :	8	litres
D : Diamètres (interne/externe) :	52 / 60	mm			
Matériaux de l'ouvrage :	PVC		Volume à purger (3 x V) :	24	litres
Position des crépines :	Non renseigné		Matériel de purge :	Pompe	
Ne : Niveau d'eau / repère :	**6,37**	**m/repère**	Pompe n°	10	
Pt : Profondeur totale / repère :	10,18	m/repère	Débit de purge (pompe) :	9,5	l/min
He : Hauteur colonne d'eau :	3,81	m	Profondeur de purge :	6,5-10	m/repère
Phase libre (épaisseur, couleur) :	Aucune		**Purge effective :**	**environ 90**	**litres**
Renouvellement d'eau :	Excellent				
Gestion eaux de purge :	Sur site		Filtration avec bidon de charbon actif : Non		

(HH:mm)	Niv. Eau (m) Rèf sonde : 2	pH (-) Rèf sonde : 1	Temp. (°C) Rèf sonde : 1	Conducti. (µS/cm) Rèf sonde : 1	RedOx (mV) Rèf sonde : 1	Remarques (irisation, odeur, couleur)	PID (ppmv) Rèf sonde : 4
Début : 9h21	6,37	6,9	15,6	1226	230	Couleur beige	0
Fin : 9h30	6,39	7,04	16,4	1215	222	Eaux troubles	0

Matériel de prélèvement :	Bailer	Laboratoire :	Wessling
Profondeur de prélèv.:	6,5-7,5 m/repère	Flacons remplis :	
Stockage pour transport :	Caisse isotherme		
Date de transport :	08/09/2021	Eau filtrée pour : métaux	filtré avec : seringue

Remarques :

Volume par mètre linéaire en fonction du diamètre du forage et du tubage	
Diamètre interne (mm)	Volume interne (l/ml)
25	0,5
46	1,7
52	2,1
64	3,2

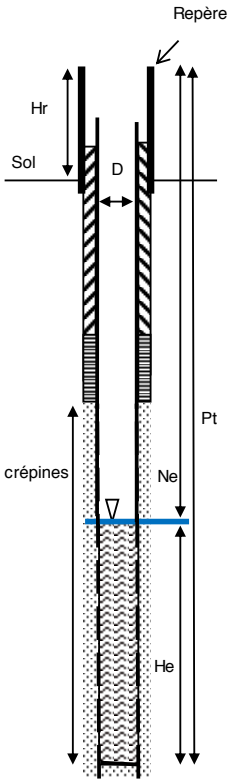
Fiche de prélèvement des eaux souterraines

Dossier	**2020.04756**		
Chantier	ROUEN (76)		
Adresse	36-54 rue Parmentier		
Ingénieur :	LL	Préleveur :	LL

Document Qualité
Repère : ENR/ENV/03/02/01
Indice de révision : V7
Date de révision : 27/07/2021

Météo : SOLEIL

Date de prélèvement : 06/09/2021



Réf. ouvrage :	**PZ13**	Implanté le : non renseigné	
Position hydraulique :			
Coordonnées du GPS n°6 :	X : 49°25'36,8"	Y : 001°04'16,2"	Z :
Environnement de l'ouvrage :	zone enherbée, à proximité du transformateur		

Repère (point le + haut) :	Capot				
Hr : Hauteur du repère / sol :	0,53	m/sol	Volume d'eau ($V = He.Pi.(D^2)/(4.10^3)$) :	11,6	litres
D : Diamètres (interne/externe) :	52 / 60	mm			
Matériaux de l'ouvrage :	PVC		Volume à purger (3 x V) :	35	litres
Position des crépines :	Non renseigné		Matériel de purge :	Pompe	
Ne : Niveau d'eau / repère :	**5,4**	**m/repère**	Pompe n°	10	
Pt : Profondeur totale / repère :	10,96	m/repère	Débit de purge (pompe) :	7	l/min
He : Hauteur colonne d'eau :	5,56	m	Profondeur de purge :	5,5-11	m/repère
Phase libre (épaisseur, couleur) :	Aucune		**Purge effective :**	**environ 60**	**litres**
Renouvellement d'eau :	Mauvais				
Gestion eaux de purge :	Sur site		Filtration avec bidon de charbon actif : Non		

(HH:mm)	Niv. Eau (m) Rèf sonde : 2	pH (-) Rèf sonde : 1	Temp. (°C) Rèf sonde : 1	Conducti. (µS/cm) Rèf sonde : 1	RedOx (mV) Rèf sonde : 1	Remarques (irisation, odeur, couleur)	PID (ppmv) Rèf sonde : 4
Début : 11h40	5,4	7,84	17	818	162	Couleur marron	0
Fin : 12h	sec	7,66	16	975	160	Couleur marron	0

Matériel de prélèvement :	Bailer	Laboratoire :	Wessling
Profondeur de prélèv.:	5,5-6,5 m/repère	Flacons remplis :	
Stockage pour transport :	Caisse isotherme		
Date de transport :	06/09/2021	Eau filtrée pour : métaux	filtré avec : seringue

Remarques : Ouvrage sec après 2'. Remontée relativement rapide

Volume par mètre linéaire en fonction du diamètre du forage et du tubage	
Diamètre interne (mm)	Volume interne (l/ml)
25	0,5
46	1,7
52	2,1
64	3,2

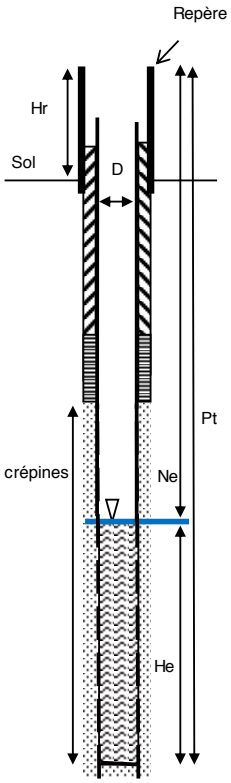
Fiche de prélèvement des eaux souterraines

Dossier	**2020.04756**		
Chantier	ROUEN (76)		
Adresse	36-54 rue Parmentier		
Ingénieur :	LL	Préleveur :	LL

Document Qualité
Repère : ENR/ENV/03/02/01
Indice de révision : V7
Date de révision : 27/07/2021

Météo : SOLEIL

Date de prélèvement : 06/09/2021



Réf. ouvrage :	**PZ14**	Implanté le : non renseigné	
Position hydraulique :			
Coordonnées du GPS n°6 :	X : 49°25'34,6"	Y : 001°04'16,8"	Z :
Environnement de l'ouvrage :	zone enherbée, à proximité de l'ancien immeuble collectif		

Repère (point le + haut) :	Capot				
Hr : Hauteur du repère / sol :	0,61	m/sol	Volume d'eau (V = He.Pi.(D^2)/(4.10^3)) :	13,5	litres
D : Diamètres (interne/externe) :	52 / 60	mm			
Matériaux de l'ouvrage :	PVC		Volume à purger (3 x V) :	40	litres
Position des crépines :	Non renseigné		Matériel de purge :	Pompe	
Ne : Niveau d'eau / repère :	**5,48**	**m/repère**	Pompe n°	10	
Pt : Profondeur totale / repère :	11,93	m/repère	Débit de purge (pompe) :	10	l/min
He : Hauteur colonne d'eau :	6,45	m	Profondeur de purge :	5,5-12	m/repère
Phase libre (épaisseur, couleur) :	Aucune		**Purge effective :**	**environ 60**	**litres**
Renouvellement d'eau :	Mauvais				
Gestion eaux de purge :	Sur site		Filtration avec bidon de charbon actif : Non		

(HH:mm)	Niv. Eau (m) Rèf sonde : 2	pH (-) Rèf sonde : 1	Temp. (°C) Rèf sonde : 1	Conducti. (µS/cm) Rèf sonde : 1	RedOx (mV) Rèf sonde : 1	Remarques (irisation, odeur, couleur)	PID (ppmv) Rèf sonde : 4
Début : 10h55	5,48	6,55	16	690	199	Couleur laiteuse	0
Fin : 11h05	sec	6,95	16	903	201	Couleur laiteuse	0

Matériel de prélèvement :	Bailer	Laboratoire :	Wessling
Profondeur de prélèv.:	8,2-9,2 m/repère	Flacons remplis :	
Stockage pour transport :	Caisse isotherme		
Date de transport :	06/09/2021	Eau filtrée pour : métaux	filtré avec : seringue

Remarques : Ouvrage sec après 3'. Remontée moyenne

Volume par mètre linéaire en fonction du diamètre du forage et du tubage	
Diamètre interne (mm)	Volume interne (l/ml)
25	0,5
46	1,7
52	2,1
64	3,2

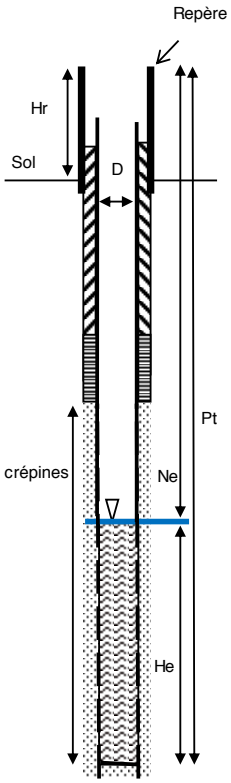
Fiche de prélèvement des eaux souterraines

Dossier	**2020.04756**		
Chantier	ROUEN (76)		
Adresse	36-54 rue Parmentier		
Ingénieur :	LL	Préleveur :	LL

Document Qualité
Repère : ENR/ENV/03/02/01
Indice de révision : V7
Date de révision : 27/07/2021

Météo : SOLEIL

Date de prélèvement : 08/09/2021



Réf. ouvrage :	**PZ15**	Implanté le : non renseigné	
Position hydraulique :			
Coordonnées du GPS n°6 :	X : 49°25'35,1"	Y : 001°04'19,8"	Z :
Environnement de l'ouvrage :	Parking		

Repère (point le + haut) :	Bouche à clé				
Hr : Hauteur du repère / sol :	0	m/sol	Volume d'eau (V = He.Pi.(D^2)/(4.10^3)) :	13	litres
D : Diamètres (interne/externe) :	52 / 60	mm			
Matériaux de l'ouvrage :	PVC		Volume à purger (3 x V) :	40	litres
Position des crépines :	Non renseigné		Matériel de purge :	Pompe	
Ne : Niveau d'eau / repère :	**4,73**	**m/repère**	Pompe n°	10	
Pt : Profondeur totale / repère :	10,92	m/repère	Débit de purge (pompe) :	9	l/min
He : Hauteur colonne d'eau :	6,19	m	Profondeur de purge :	05-nov	m/repère
Phase libre (épaisseur, couleur) :	Aucune		**Purge effective :**	**environ 50**	**litres**
Renouvellement d'eau :	Mauvais				
Gestion eaux de purge :	Sur site		Filtration avec bidon de charbon actif : Non		

(HH:mm)	Niv. Eau (m) Rèf sonde : 2	pH (-) Rèf sonde : 1	Temp. (°C) Rèf sonde : 1	Conducti. (µS/cm) Rèf sonde : 1	RedOx (mV) Rèf sonde : 1	Remarques (irisation, odeur, couleur)	PID (ppmv) Rèf sonde : 4
Début : 8h11	4,73	6,33	15,5	1176	270	Eau trouble	0
Fin : 8h21	10,9	6,86	15,9	1114	238	Eau claire	0

Matériel de prélèvement :	Bailer	Laboratoire :	Wessling
Profondeur de prélèv.:	5 à 6 m/repère	Flacons remplis :	
Stockage pour transport :	Caisse isotherme		
Date de transport :	08/09/2021	Eau filtrée pour : métaux	filtré avec : seringue

Remarques : Ouvrage sec après 2'. Remontée moyenne

Volume par mètre linéaire en fonction du diamètre du forage et du tubage	
Diamètre interne (mm)	Volume interne (l/ml)
25	0,5
46	1,7
52	2,1
64	3,2

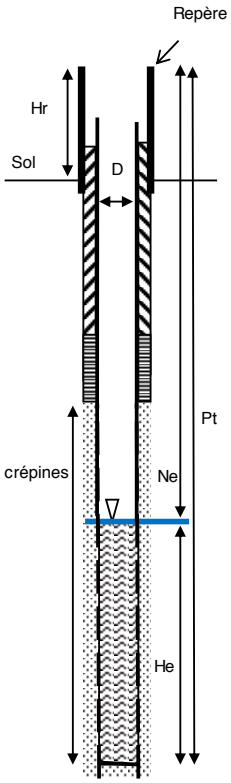
Fiche de prélèvement des eaux souterraines

Dossier	**2020.04756**
Chantier	ROUEN (76)
Adresse	36-54 rue Parmentier

Document Qualité
Repère : ENR/ENV/03/02/01
Indice de révision : V7
Date de révision : 27/07/2021

Météo : SOLEIL

Ingénieur :	LL	Préleveur :	JP	Date de prélèvement :	08/09/2021



Réf. ouvrage :	**PZ18**	Implanté le : non renseigné	
Position hydraulique :			
Coordonnées du GPS n°6 :	X : 49°25'32,7"	Y : 001°04'19,7"	Z :
Environnement de l'ouvrage :	Friche		

Repère (point le + haut) :	Capot				
Hr : Hauteur du repère / sol :	0,55	m/sol	Volume d'eau ($V = He.Pi.(D^2)/(4.10^3)$) :	2,2	litres
D : Diamètres (interne/externe) :	52 / 60	mm			
Matériaux de l'ouvrage :	PVC		Volume à purger (3 x V) :	6,5	litres
Position des crépines :	Non renseigné		Matériel de purge :	Bailer	
Ne : Niveau d'eau / repère :	**4,65**	**m/repère**	Pompe n°	/	
Pt : Profondeur totale / repère :	5,68	m/repère	Débit de purge (pompe) :	/	l/min
He : Hauteur colonne d'eau :	1,03	m	Profondeur de purge :	4,5-5,5	m/repère
Phase libre (épaisseur, couleur) :	Aucune		**Purge effective :**	**environ 10**	**litres**
Renouvellement d'eau :	Bon				
Gestion eaux de purge :	Sur site		Filtration avec bidon de charbon actif : Non		

(HH:mm)	Niv. Eau (m) Rèf sonde : 2	pH (-) Rèf sonde : 1	Temp. (°C) Rèf sonde : 1	Conducti. (µS/cm) Rèf sonde : 1	RedOx (mV) Rèf sonde : 1	Remarques (irisation, odeur, couleur)	PID (ppmv) Rèf sonde : 4
Début : 8h50	4,65	6,88	16,4	1435	228	Eau marron	0
Fin : 9h00	4,66	6,94	16,8	1292	226	Eau marron	0

Matériel de prélèvement :	Bailer	Laboratoire :	Wessling
Profondeur de prélèv.:	4,5-5,5 m/repère	Flacons remplis :	
Stockage pour transport :	Caisse isotherme		
Date de transport :	08/09/2021	Eau filtrée pour : métaux	filtré avec : seringue

Remarques :

Volume par mètre linéaire en fonction du diamètre du forage et du tubage	
Diamètre interne (mm)	Volume interne (l/ml)
25	0,5
46	1,7
52	2,1
64	3,2

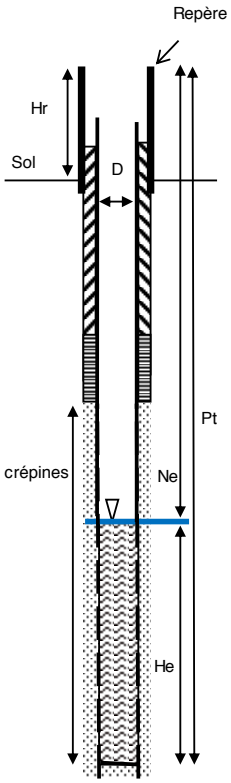
Fiche de prélèvement des eaux souterraines

Dossier	**2020.04756**		
Chantier	ROUEN (76)		
Adresse	36-54 rue Parmentier		
Ingénieur :	LL	Préleveur :	LL

Document Qualité
Repère : ENR/ENV/03/02/01
Indice de révision : V7
Date de révision : 27/07/2021

Météo : SOLEIL

Date de prélèvement : 16/09/2021



Réf. ouvrage :	**PZ24**	Implanté le : non renseigné	
Position hydraulique :			
Coordonnées du GPS n°6 :	X : 49°25'36,0"	Y : 001°04'17,7"	Z :
Environnement de l'ouvrage :	Ancienne voierie		

Repère (point le + haut) :	Capot				
Hr : Hauteur du repère / sol :	0,46	m/sol	Volume d'eau ($V = He.Pi.(D^2)/(4.10^3)$) :	5,5	litres
D : Diamètres (interne/externe) :	52 / 60	mm			
Matériaux de l'ouvrage :	PVC		Volume à purger (3 x V) :	17	litres
Position des crépines :	Non renseigné		Matériel de purge :	Pompe	
Ne : Niveau d'eau / repère :	**3,48**	**m/repère**	Pompe n°	10	
Pt : Profondeur totale / repère :	6,05	m/repère	Débit de purge (pompe) :	5	l/min
He : Hauteur colonne d'eau :	2,57	m	Profondeur de purge :	4 à 6	m/repère
Phase libre (épaisseur, couleur) :	Aucune		**Purge effective :**	**environ 7-8**	**litres**
Renouvellement d'eau :	Très mauvais				
Gestion eaux de purge :	Sur site		Filtration avec bidon de charbon actif : Non		

(HH:mm)	Niv. Eau (m) Rèf sonde : 2	pH (-) Rèf sonde : 1	Temp. (°C) Rèf sonde : 1	Conducti. (µS/cm) Rèf sonde : 1	RedOx (mV) Rèf sonde : 1	Remarques (irisation, odeur, couleur)	PID (ppmv) Rèf sonde : 4
Début : 11h48	3,48	8,48	16	3999	120	Eau très laiteuse, marron	0
Fin :	Sec						

Matériel de prélèvement :	Bailer	Laboratoire :	Wessling
Profondeur de prélèv.:	6m m/repère	Flacons remplis :	
Stockage pour transport :	Caisse isotherme		
Date de transport :	16/09/2021	Eau filtrée pour :	Non

Remarques : Au regard du très faible renouvellement des eaux, la purge de l'ouvrage n'a pu être réalisée qu'une seule fois.
De plus, l'ouvrage était chargé en bentonite (matériau de forage) empêchant toute filtration des eaux.
Ainsi, les résultats d'analyses seront à prendre avec recul.

Volume par mètre linéaire en fonction du diamètre du forage et du tubage	
Diamètre interne (mm)	Volume interne (l/ml)
25	0,5
46	1,7
52	2,1
64	3,2

ANNEXE 14 BORDEREAUX D'ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Suivi par :
WESSLING France S.A.R.L, 3 Avenue de Norvège, ZA de Courtaboeuf, 91140 Villebon-Sur-Yvette

SOLER ENVIRONNEMENT
Ludovic LEBOSSE
ZA de l'Europe
11 rue René Cassin
91300 MASSY

N° rapport d'essai	UPA21-032775-1
N° commande	UPA-10361-21
Interlocuteur (interne)	D. Cardon
Téléphone	+33 164 471 475
Courrier électronique	David.Cardon@wessling.fr
Date	15.09.2021

Rapport d'essai

ESEMAS.2020.04756 - ROUEN

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 15.09.2021

N° d'échantillon		**21-156221-01**	**21-156221-02**	**21-156221-03**	
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZA***	***PZ15***	***PZ18***	

Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/l E/L	<0,05	<0,06	<0,05	
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,05	<0,06	<0,05	
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,05	<0,06	<0,05	
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,05	<0,06	<0,05	
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,05	<0,06	<0,05	
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,05	<0,06	<0,05	

Eléments

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0	
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50	<50	
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	<3,0	<3,0	
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5	
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10	<10	

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1	

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV) sur eau - NF EN ISO 10301 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorure de vinyle (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Dichlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Trichlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
1,1,1-Trichloroéthane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Tétrachlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Trichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Tétrachloroéthylène (A)	µg/l E/L	1,5	<0,5	<0,5	
1,1-Dichloroéthane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
1,1-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Somme des COHV	µg/l E/L	1,5	-/-	-/-	

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 15.09.2021

N° d'échantillon		**21-156221-01**	**21-156221-02**	**21-156221-03**	
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZA***	***PZ15***	***PZ18***	
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)					
Benzène et aromatiques (CAV-BTEX) - NF ISO 11423-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Benzène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Toluène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Ethylbenzène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
o-Xylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
m-, p-Xylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Cumène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Mésitylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
o-Ethyltoluène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
m-, p-Ethyltoluène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Pseudocumène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5	<0,5	
Somme des CAV	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)					
HAP - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
Naphtalène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Acénaphtylène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Acénaphtène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Fluorène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Phénanthrène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Anthracène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Pyrène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(a)anthracène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Chrysène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(b)fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(k)fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(a)pyrène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	µg/l E/L	<0,05	<0,05	<0,05	
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Somme des HAP	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	
Polychlorobiphényles (PCB)					
PCB - NF EN ISO 6468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)					
PCB n° 28 (A)	µg/l E/L	<0,005	<0,005	<0,005	
PCB n° 52 (A)	µg/l E/L	<0,005	<0,005	<0,005	
PCB n° 101 (A)	µg/l E/L	<0,005	<0,005	<0,005	
PCB n° 118 (A)	µg/l E/L	<0,005	<0,005	<0,005	
PCB n° 138 (A)	µg/l E/L	<0,005	<0,005	<0,005	
PCB n° 153 (A)	µg/l E/L	<0,005	<0,005	<0,005	
PCB n° 180 (A)	µg/l E/L	<0,005	<0,005	<0,005	
Somme des 7 PCB	µg/l E/L	-/-	-/-	-/-	

E/L : Eau/lixiviat

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 15.09.2021

N° d'échantillon		**21-156221-01**	**21-156221-02**	**21-156221-03**
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZA***	***PZ15***	***PZ18***

Informations sur les échantillons

Date de réception :		08.09.2021	08.09.2021	08.09.2021
Type d'échantillon :		*Eau souterraine*	*Eau souterraine*	*Eau souterraine*
Date de prélèvement :		*08.09.2021*	*08.09.2021*	*08.09.2021*
Récipient :		2*40ml HS (Headspace)+60ml PE/HNO3 filtré WES112+250ml Verre WES020+250ml V/H2SO4 WES203	2*40ml HS (Headspace)+60ml PE/HNO3 filtré WES112+250ml Verre WES020+250ml V/H2SO4 WES203	2*40ml HS (Headspace)+60ml PE/HNO3 filtré WES112+250ml Verre WES020+250ml V/H2SO4 WES203
Température à réception (C°) :		17°C	17°C	17°C
Début des analyses :		08.09.2021	08.09.2021	08.09.2021
Fin des analyses :		15.09.2021	15.09.2021	15.09.2021
Préleveur :		*client*	*client*	*client*

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 15.09.2021

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice. Les métaux réalisés après minéralisation sont les éléments totaux. Sans minéralisation, Il s'agit des éléments dissous.

21-156221-01
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat

21-156221-02
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: Pour effectuer l'extraction dans le flacon d'origine, un retrait d'une partie de la phase aqueuse a été nécessaire. Ce retrait a pu engendrer un sous dosage de l'échantillon.

21-156221-03
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat

Signataire approbateur :

Guillaume OLIVIER

Responsable de laboratoire environnement

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Suivi par :
WESSLING France S.A.R.L, 3 Avenue de Norvège, ZA de Courtaboeuf, 91140 Villebon-Sur-Yvette

SOLER ENVIRONNEMENT
Monsieur Ludovic LEBOSSE
ZA de l'Europe
11 rue René Cassin
91300 MASSY

N° rapport d'essai	UPA21-032473-1
N° commande	UPA-10208-21
Interlocuteur (interne)	D. Cardon
Téléphone	+33 164 471 475
Courrier électronique	David.Cardon@wessling.fr
Date	13.09.2021

Rapport d'essai

E SE MAS 2020.04756

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 13.09.2021

N° d'échantillon		**21-154592-01**	**21-154592-02**		
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZ13***	***PZ14***		

Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/l E/L	<0,05	0,96		
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,05	<0,05		
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,05	<0,05		
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,05	<0,05		
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,05	0,84		
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,05	<0,05		

Eléments

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chrome (Cr) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0		
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	15	<10		
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0	<5,0		
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50	<50		
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0	<3,0		
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5	<1,5		
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10	<10		

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1	0,2		

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)

Hydrocarbures halogénés volatils (COHV) sur eau - NF EN ISO 10301 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorure de vinyle (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Dichlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
cis-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Trichlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
1,1,1-Trichloroéthane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Tétrachlorométhane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Trichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Tétrachloroéthylène (A)	µg/l E/L	0,9	1,5		
1,1-Dichloroéthane (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
1,1-Dichloroéthylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Somme des COHV	µg/l E/L	0,9	1,5		

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 13.09.2021

N° d'échantillon		**21-154592-01**	**21-154592-02**		
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZ13***	***PZ14***		

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène et aromatiques (CAV-BTEX) - NF ISO 11423-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Benzène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Toluène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Ethylbenzène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
o-Xylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
m-, p-Xylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Cumène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Mésitylène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
o-Ethyltoluène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
m-, p-Ethyltoluène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Pseudocumène (A)	µg/l E/L	<0,5	<0,5		
Somme des CAV	µg/l E/L	-/-	-/-		

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP - Méthode interne : HAP-PCB-GC/MS - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Naphtalène (A)	µg/l E/L	0,03	0,17		
Acénaphtylène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Acénaphtène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Fluorène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,03		
Phénanthrène (A)	µg/l E/L	<0,02	0,03		
Anthracène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Pyrène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Benzo(a)anthracène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Chrysène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Benzo(b)fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Benzo(k)fluoranthène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Benzo(a)pyrène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Dibenzo(a,h)anthracène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Benzo(g,h,i)pérylène (A)	µg/l E/L	<0,02	<0,02		
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-		
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-/-	-/-		
Somme des HAP	µg/l E/L	0,03	0,23		

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB - NF EN ISO 6468 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

PCB n° 28 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003		
PCB n° 52 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003		
PCB n° 101 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003		
PCB n° 118 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003		
PCB n° 138 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003		
PCB n° 153 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003		
PCB n° 180 (A)	µg/l E/L	<0,003	<0,003		
Somme des 7 PCB	µg/l E/L	-/-	-/-		

E/L : Eau/lixiviat

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 13.09.2021

N° d'échantillon		**21-154592-01**	**21-154592-02**		
Désignation d'échantillon	**Unité**	***PZ13***	***PZ14***		

Informations sur les échantillons

Date de réception :		06.09.2021	06.09.2021		
Type d'échantillon :		*Eau souterraine*	*Eau souterraine*		
Date de prélèvement :		*06.09.2021*	*06.09.2021*		
Récipient :		250mlVE+250mlVE(H2SO4)+2HS+60mlPE(HNO3) (filtré)	250mlVE+250mlVE(H2SO4)+2HS+60mlPE(HNO3) (filtré)		
Température à réception (C°) :		6°C	6°C		
Début des analyses :		06.09.2021	06.09.2021		
Fin des analyses :		13.09.2021	13.09.2021		

WESSLING
Quality of Life

WESSLING France S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)9 72 53 90 56
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Le 13.09.2021

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice. Les métaux réalisés après minéralisation sont les éléments totaux. Sans minéralisation, Il s'agit des éléments dissous.

21-154592-01
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Naphtalène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Acénaphtylène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Acénaphtène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Fluorène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Phénanthrène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Anthracène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Fluoranthène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Pyrène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Benzo(a)anthracène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Chrysène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Benzo(b)fluoranthène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Benzo(k)fluoranthène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Benzo(a)pyrène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Dibenzo(a,h)anthracène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Indéno(1,2,3,c,d)pyrène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
HAP (E/L), Benzo(g,h,i)pérylène: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
PCB (E/L), PCB n° 28: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
PCB (E/L), PCB n° 52: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
PCB (E/L), PCB n° 101: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
PCB (E/L), PCB n° 118: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
PCB (E/L), PCB n° 138: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
PCB (E/L), PCB n° 153: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat
PCB (E/L), PCB n° 180: La présence d'un dépôt dans l'échantillon a nécessité de réaliser l'extraction dans un autre flacon. Cela peut potentiellement augmenter l'incertitude liée au résultat

21-154592-02
Commentaires des résultats:
HCT GC-FID (E/L), Indice hydrocarbure C10-C40: Pour effectuer l'extraction dans le flacon d'origine, un retrait d'une partie de la phase aqueuse a été nécessaire. Ce retrait a pu engendrer un sous dosage de l'échantillon.

Signataire approbateur :

DECOT Sophie
Responsable Service Enregistrement

ANNEXE 15 TABLEAU DE SYNTHÈSE DES DÉBLAIS PAR RAPPORT AU PROJET D'AMÉNAGEMENT

LOT	Sondages	Superficie de la maille (m2)	Superficie sous-sol (m2)	Superficie espaces vert (m2)	Superficie bâtiment sans sous-sol (m2)	Couche lithologique (m)		Epaisseur considérée pour le projet avec sous-sol (m)	Epaisseur considérée pour le projet espace vert (m)	Epaisseur considérée pour le projet Bâtiment sans sous-sol (m)	Lithologie rencontrée	Analyses réalisées		Paramètres non-conformes ISDI (teneur en mg/kg)	Volume retenu (m3)	Filière d'evacuation envisagée HB	Filière d'evacuation envisagée HH	Hypothèse Basse				Hypothèse haute			
						Début	Fin					ISDI + Métaux et COHV	ISDI					ISDI	ISDI TS	ISDI aménagée	PF	ISDI	ISDI TS	ISDI aménagée	PF
LOT A	T1	920	550	370	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux + débris (marron clair)	X		Aucun	661	ISDI	ISDI	661	0	0	0	661	0	0	0
						1	2	2	0	0	Sables avec quelques silex (jaune orangé)	X		Aucun	1 100	ISDI	ISDI	1 100	0	0	0	1 100	0	0	0
						2	4	0,5	0	0	Sables avec quelques silex (beiges)		X	Aucun	275	ISDI	ISDI	275	0	0	0	275	0	0	0
	T2	1100	650	190	260	0	2	2	0,3	0,6	Remblais sableux graveleux + débris (marron clair)	X		Hydrocarbures C10-C40 (1 100 mg/kg) HAP (318,7 mg/kg) Fraction Soluble (20 000mg/kg) Sulfates (14 000 mg/kg)	1 513	PF	PF	0	0	0	1 513	0	0	0	1 513
						2	3	1	0	0	Remblais sableux + débris (marron clair)	X		Fraction Soluble (5 700mg/kg) Sulfates (1 500 mg/kg)	650	ISDI A	ISDI A	0	0	650	0	0	0	650	0
						3	4	0,5	0	0	Sables avec quelques silex (beiges)		X	Aucun	325	ISDI	ISDI	325	0	0	0	325	0	0	0
	T3	1200	0	1200	0	0	1	1	0,3	0	Remblais argileux sableux + silex **(noir à marron foncé)**	X		Hydrocarbures C10-C40 (2 700 mg/kg) HAP (1 170 mg/kg)	360	PF	PF	0	0	0	360	0	0	0	360
						1	3	2	0	0	Remblais sableux argileux + rares débris **(noir à marron foncé)**	X		Hydrocarbures C10-C40 (580 mg/kg) HAP (189,3 mg/kg)	0	PF	PF	0	0	0	0	0	0	0	0
						3	4	0,5	0	0	Remblais sableux + cailloux (marron foncé)		X	HAP (57,6 mg/kg)	0	PF	PF	0	0	0	0	0	0	0	0
	T4	960	760	200	0	0	2	2	0,3	0	Remblais sableux + débris (marron clair)	X		Aucun	1 580	ISDI	ISDI	1 580	0	0	0	1 580	0	0	0
						2	3	1	0	0	Remblais sableux + débris (marron clair)	X		Aucun	760	ISDI	ISDI	760	0	0	0	760	0	0	0
						3	4	0,5	0	0	Sables avec cailloux (marron à jaune)		X	Aucun	380	ISDI	ISDI	380	0	0	0	380	0	0	0
	T5	590	270	230	90	0	2	2	0,3	0,6	Remblais sableux limoneux + débris (marron foncé)	X		Aucun	663	ISDI	ISDI	663	0	0	0	663	0	0	0
						2	3	1	0	0	Remblais sableux + débris (marron)	X		Aucun	270	ISDI	ISDI	270	0	0	0	270	0	0	0
						3	4	0,5	0	0	Remblais sableux + débris (marron)		X	Aucun	135	ISDI	ISDI	135	0	0	0	135	0	0	0
	T6	630	580	50	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux + cailloux (marron)	X		Aucun	595	ISDI	ISDI	595	0	0	0	595	0	0	0
						1	3	2	0	0	Sables avec cailloux (marron à jaune)	X		Aucun	1 160	ISDI	ISDI	1 160	0	0	0	1 160	0	0	0
						3	4	0,5	0	0	Sables avec rares cailloux (marron à jaune)		X	Aucun	290	ISDI	ISDI	290	0	0	0	290	0	0	0
	T7	560	460	100	0	0	2	2	0,3	0	Remblais sableux limoneux + débris (marron clair)	X		Fraction soluble (4 600 mg/kg)	950	ISDI	ISDI	950	0	0	0	950	0	0	0
						2	3	1	0	0	Remblais sableux + quelques débris (marron clair)	X		Fraction Soluble (14 000 mg/kg) Sulfates (7 200 mg/kg)	460	ISDI TS	ISDI TS	0	460	0	0	0	460	0	0
						3	4	0,5	0	0	Remblais sableux + quelques cailloux (marron clair)		X	Fraction Soluble (5 500 mg/kg) Sulfates (1 500 mg/kg)	230	ISDI A	ISDI A	0	0	230	0	0	0	230	0
	T8	480	410	70	0	0	2	2	0,3	0	Remblais sableux + débris (marron)	X		Fraction Soluble (11 000 mg/kg) Sulfates (3 900 mg/kg)	841	PF	PF	0	0	0	841	0	0	0	841
						2	3	1	0	0	Remblais sableux + quelques cailloutis (marron à orangé)	X		Aucun	410	ISDI	ISDI	410	0	0	0	410	0	0	0
						3	4	0,5	0	0	Remblais sableux + quelques débris (marron orangé)		X	Aucun	205	ISDI	ISDI	205	0	0	0	205	0	0	0
LOT B	T9	230	150	80	0	0	2	2	0,3	0	Remblais sableux + quelques débris (marron)	X		Aucun	324	ISDI	ISDI	324	0	0	0	324	0	0	0
						2	3	1	0	0	Remblais sableux **(gris à noirs)**	X		Antimoine lixiviable (0,09 mg/kg)	150	ISDI A	PF	0	0	150	0	0	0	0	150
						3	4	0,5	0	0	Remblais sableux **(noirs)**	X		Aucun	75	ISDI	PF	75	0	0	0	0	0	0	75
	T10	220	120	100	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux + quelques débris **(noirs)**	X		Fraction Soluble (22 000 mg/kg) Sulfates (14 000 mg/kg)	150	ISDI TS	PF	0	150	0	0	0	0	0	150
						1	3	2	0	0	Remblais sableux limoneux + débris **(noirs)**	X		Hydrocarbures C10-C40 (920 mg/kg) Fraction Soluble (19 000mg/kg) Sulfates (12 000 mg/kg)	240	PF	PF	0	0	0	240	0	0	0	240
						3	4	0,5	0	0	Sables avec silex (marron)		X	Antimoine lixiviable (0,28 mg/kg)	60	ISDI A	ISDI A	0	0	60	0	0	0	60	0
	T11	150	50	100	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux + débris (marron foncé)	X		Aucun	80	ISDI	ISDI	80	0	0	0	80	0	0	0
						1	3	2	0	0	Sables avec quelques silex (beiges)	X		Aucun	100	ISDI	ISDI	100	0	0	0	100	0	0	0
						3	4	0,5	0	0	Sables avec quelques silex (beiges)		X	Aucun	25	ISDI	ISDI	25	0	0	0	25	0	0	0
	T12	70	0	70	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux + quelques débris (marron foncé)	X		Antimoine lixiviable (0,1 mg/kg)	21	ISDI A	ISDI A	0	0	21	0	0	0	21	0
						1	2	1	0	0	Sables avec silex (beiges)		X	Aucun	0	ISDI	ISDI	0	0	0	0	0	0	0	0
						2	4	1,5	0	0	Sables avec silex (beiges)		X	Aucun	0	ISDI	ISDI	0	0	0	0	0	0	0	0
	T15	770	580	190	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux limoneux + quelques débris (marron)	X		Aucun	637	ISDI	ISDI	637	0	0	0	637	0	0	0
						1	3	2	0	0	Remblais sableux limoneux + débris **(noirs)**	X		Fraction Soluble (21 000 mg/kg) Sulfates (13 000 mg/kg) Antimoine lixiviable (0,07 mg/kg)	1 160	PF	PF	0	0	0	1 160	0	0	0	1 160
						3	4	0,5	0	0	Remblais sableux limoneux + débris **(noirs)**	X		Fraction Soluble (15 000 mg/kg) Sulfates (7 000 mg/kg)	290	PF	PF	0	0	0	290	0	0	0	290
	T16	910	840	70	0	0	2	2	0,3	0	Remblais sableux graveleux + débris (marron à gris)	X		Fraction Soluble (5 400 mg/kg) Antimoine lixiviable (0,08 mg/kg)	1 701	ISDI A	PF	0	0	1 701	0	0	0	0	1 701
						2	3	1	0	0	Remblais sableux + quelques débris (marron)	X		Fraction Soluble (24 000 mg/kg) Sulfates (15 000 mg/kg) Antimoine lixiviable (0,11 mg/kg)	840	PF	PF	0	0	0	840	0	0	0	840
						3	4	0,5	0	0	Remblais sableux + quelques débris (marron)		X	Fraction Soluble (10 000 mg/kg) Sulfates (2 800 mg/kg) Antimoine lixiviable (0,21 mg/kg)	420	PF	PF	0	0	0	420	0	0	0	420
	T17	900	880	20	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux limoneux + nombreux débris (marron foncé)	X		Fraction Soluble (22 000 mg/kg) Sulfates (13 000 mg/kg)	886	ISDI TS	ISDI TS	0	886	0	0	0	886	0	0
						1	2	1	0	0	Remblais sableux limoneux + nombreux débris (marron foncé)	X		Fraction Soluble (22 000 mg/kg) Sulfates (14 000 mg/kg)	880	ISDI TS	ISDI TS	0	880	0	0	0	880	0	0
						2	3,5	1,5	0	0	Remblais sableux + débris (marron foncé)		X	Fraction Soluble (22 000 mg/kg) Sulfates (14 000 mg/kg)	1 320	ISDI TS	ISDI TS	0	1 320	0	0	0	1 320	0	0
	T18	770	520	250	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux + nombreux débris (marron)	X		Fraction Soluble (16 000 mg/kg) Sulfates (7 700 mg/kg)	595	PF	PF	0	0	0	595	0	0	0	595
						1	3	2	0	0	Remblais limoneux sableux + débris (marron)	X		Fraction Soluble (22 000 mg/kg) Sulfates (15 000 mg/kg)	1 040	ISDI TS	ISDI TS	0	1 040	0	0	0	1 040	0	0
						3	3,5	0,5	0	0	Remblais limoneux sableux + débris (marron)		X	Fraction Soluble (21 000 mg/kg) Sulfates (15 000 mg/kg)	260	ISDI TS	ISDI TS	0	260	0	0	0	260	0	0
	T21	760	450	310	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux graveleux + silex et quelques débris (marron)	X		Aucun	543	ISDI	ISDI	543	0	0	0	543	0	0	0
						1	3	2	0	0	Remblais sableux graveleux + silex et quelques débris (marron)	X		Fraction Soluble (6 800 mg/kg) Sulfates (1 900 mg/kg)	900	ISDI A	ISDI A	0	0	900	0	0	0	900	0
						3	4	0,5	0	0	Remblais sableux limoneux + débris (marron)		X	Fraction Soluble (9 000 mg/kg) Sulfates (2 200 mg/kg)	225	ISDI A	ISDI A	0	0	225	0	0	0	225	0
	T22	900	400	500	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux graveleux + silex et quelques débris (marron)	X		Aucun	550	ISDI	ISDI	550	0	0	0	550	0	0	0
						1	3	2	0	0	Remblais sableux graveleux + silex et quelques débris (marron foncé)	X		Aucun	800	ISDI	ISDI	800	0	0	0	800	0	0	0
						3	4	0,5	0	0	Remblais sableux graveleux + débris (marron foncé)		X	Aucun	200	ISDI	ISDI	200	0	0	0	200	0	0	0
	T23	630	550	80	0	0	1	1	0	0	Remblais sableux graveleux + quelques débris (marron foncé)	X		Aucun	550	ISDI	ISDI	550	0	0	0	550	0	0	0
						1	3	2	0	0	Remblais sableux graveleux + quelques débris (marron foncé)		X	Aucun	1 100	ISDI	ISDI	1 100	0	0	0	1 100	0	0	0
						3	4	0,5	0	0	Sables marneux (marron)		X	Aucun	275	ISDI	ISDI	275	0	0	0	275	0	0	0
LOT C	T13	340	340	0	0	0	1	1	0	0	Remblais sableux graveleux avec quelques débris (marron)	X		Aucun	340	ISDI	ISDI	340	0	0	0	340	0	0	0
						1	2	1	0	0	Remblais sableux graveleux avec quelques débris (marron)	X		Fraction Soluble (15 000 mg/kg) Sulfates (5 800 mg/kg)	340	PF	PF	0	0	0	340	0	0	0	340
						2	4	1,5	0	0	Sables avec silex (marron)		X	Fraction Soluble (4 300 mg/kg)	510	ISDI	ISDI	510	0	0	0	510	0	0	0
	T14	290	290	0	0	0	1	1	0	0	Remblais limoneux sableux (marron foncé)	X		Aucun	290	ISDI	ISDI	290	0	0	0	290	0	0	0
						1	2,5	1,5	0	0	Remblais limoneux sableux + débris (marron foncé)	X		Sulfates (1 200 mg/kg)	435	ISDI	ISDI	435	0	0	0	435	0	0	0
						2,5	4	1	0	0	Sables avec silex (beiges)		X	Fraction Soluble (22 000 mg/kg) Sulfates (15 000 mg/kg)	290	ISDI TS	ISDI TS	0	290	0	0	0	290	0	0
	T19	900	590	310	0	0	1	1	0,3	0	Remblais sableux avec quelques débris (marron)	X		Fraction Soluble (23 000 mg/kg) Sulfates (15 000 mg/kg)	683	ISDI TS	ISDI TS	0	683	0	0	0	683	0	0
						1	2	1	0	0	Remblais sableux + quelques débris (marron à gris)	X		Fraction Soluble (13 000 mg/kg) Sulfates (5 100 mg/kg)	590	PF	PF	0	0	0	590	0	0	0	590
						2	4	1,5	0	0	Remblais limoneux + quelques débris (marron foncé)		X	Sulfates (5 900 mg/kg)	885	ISDI	ISDI	885	0	0	0	885	0	0	0
	T20	900	900	0	0	0	2	2	0	0	Remblais sableux avec nombreux débris (marron foncé)	X		Fraction Soluble (22 000 mg/kg) Sulfates (15 000 mg/kg)	1 800	ISDI TS	ISDI TS	0	1 800	0	0	0	1 800	0	0
						2	2,9	0,9	0	0	Remblais sableux avec nombreux débris (marron foncé)	X		Fraction Soluble (21 000 mg/kg) Sulfates (14 000 mg/kg)	810	ISDI TS	ISDI TS	0	810	0	0	0	810	0	0
						2,9	3,7	0,6	0	0	Sables avec silex (beiges)		X	Aucun	540	ISDI	ISDI	540	0	0	0	540	0	0	0
	T24	950	750	200	0	0	1	1	0	0	Remblais sableux avec quelques débris (marron)	X		Aucun	750	ISDI	ISDI	750	0	0	0	750	0	0	0
						1	2,7	1,7	0	0	Remblais sableux avec quelques débris (marron)	X		Fraction Soluble (7 600 mg/kg) Sulfates (2 000 mg/kg)	1 275	ISDI A	ISDI A	0	0	1 275	0	0	0	1 275	0
						2,7	4	0,8	0	0	Sables marneux (marron clair)	X		Aucun	600	ISDI	ISDI	600	0	0	0	600	0	0	0
	T25	900	900	0	0	0	1	1	0	0	Remblais sableux limoneux avec débris (marron)	X		Fraction Soluble (21 000 mg/kg) Sulfates (14 000 mg/kg)	900	ISDI TS	ISDI TS	0	900	0	0	0	900	0	0
						1	2	1	0	0	Remblais limoneux sableux avec quelques débris (marron)		X	Fraction Soluble (6 300 mg/kg) Sulfates (1 100 mg/kg)	900	ISDI A	ISDI A	0	0	900	0	0	0	900	0
						2	3,3	1,5	0	0	Sables avec silex (marron)		X	Aucun	1 350	ISDI	ISDI	1 350	0	0	0	1 350	0	0	0
															43 498			**20 718**	**9 479**	**6 112**	**7 189**	**20 643**	**9 329**	**4 261**	**9 265**

Volume non inerte en hypothèse basse **22 780**

Volume non inerte en hypothèse haute **22 855**

ANNEXE 16 PRESTATIONS DE SOLER ENVIRONNEMENT

PRESTATIONS NORMALISÉES DE SOLER ENVIRONNEMENT

Les codifications des prestations présentées ci-dessous sont issues de la série des normes NF X 31-620 parties 1 à 5 de Décembre 2018, sur les « *Prestations de services relatives relatives aux sites et sols pollués* ».

Domaine A (Études) : Codification des offres globales de prestation de la norme NFX 31-620-2

Code	Prestations globales/ Objectif
AMO Etudes	Assistance à maîtrise d'ouvrage en phase Etudes
LEVE	Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués
INFOS	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations
DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats
PG	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site
IEM	Interprétation de l'état des milieux
SUIVI	Surveillance environnementale
BQ	Bilan quadriennal
CONT	Contrôle : - de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance ; - de la mise en œuvre des mesures de gestion
XPER	Expertise dans le domaine des sites et sols pollués
VERIF	Vérifications en vue d'évaluer le passif environnemental lors d'un projet d'acquisition d'une entreprise

Domaine A (Études) : Codification des prestations élémentaires de la norme NFX 31-620-2

Code	Prestations élémentaires	Objectif
A100	Visite de site	Procéder à un état des lieux, du site et de son environnement
A110	Étude historique et mémorielle	Reconstituer l'histoire des activités industrielles et artisanales ainsi que de recenser les pratiques environnementales sur un site
A120	Étude de vulnérabilité des milieux	Identifier les possibilités de transfert des pollutions et les enjeux à protéger
A130	Élaboration d'un programme prévisionnel d'investigations	Définir un programme prévisionnel d'investigations sur la base du schéma conceptuel et découlant des prestations A100, A110 et A120. Identifier ou caractériser des sources potentielles de pollution Apporter des éléments de connaissance d'un vecteur de transfert ou d'un milieu Infirmer ou confirmer certaines hypothèses du schéma conceptuel, etc…
A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	
A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	
A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments	
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol	
A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques	
A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires	
A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées ou à excaver	
A270	Interprétation des résultats des investigations	Interpréter les résultats des investigations via les prestations A200 à A260
A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eaux	Evaluer l'état actuel d'une ressource en eau ou à prévoir son évolution, Définir les actions pour prévenir et améliorer la qualité de la ressource en eau.
A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales	Identifier les espèces ou habitats naturels susceptibles d'être affectés par une pollution, Définir les mesures de prévention appropriées.
A320	Analyse des enjeux sanitaires	Evaluer les risques sanitaires en fonction des contextes de gestion
A330	Identifcation des différentes options de gestions possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages	
A400	Dossier de restriction d'usage, de servitudes	

PRESTATIONS NORMALISÉES DE SOLER ENVIRONNEMENT

Les codifications des prestations présentées ci-dessous sont issues de la série des normes NF X 31-620 parties 1 à 5 de Décembre 2018, sur les « *Prestations de services relatives relatives aux sites et sols pollués* ».

Domaine B (Ingénierie des travaux) : Codification des prestations globales de la norme NFX 31-620-3

Code	Prestations globales
AMO Travaux	Assistance à Maitrise d'Ouvrage dans la phase des travaux
PCT	Plan de conception des Travaux
MOE	Maîtrise d'œuvre dans la phase des travaux.

Domaine B (Ingénierie des travaux) : Codification des prestations élémentaires de la norme NFX 31-620-3

Code	Prestations élémentaires
Études de conception	
B111	Essais de laboratoire
B112	Essais de terrain
B120	Études d'avant-projet (AP)
B130	Études de Projet
Dossiers administratifs	
B200	Établissement des dossiers administratifs
Maîtrise d'oeuvre dans la phase des travaux	
B310	Assistance aux contrats de travaux (ACT)
B320	Direction de l'exécution des travaux (DET)
B330	Assistance aux opérations de réception (AOR)

Domaine D : Codification de la prestation globale de la norme NFX 31-620-5

Code	Prestation globale
ATTES	Attestation de prise en compte des mesures de gestion de la pollution des sols et des eaux souterraines dans la conception des projets de construction et d'aménagement

ANNEXE 17 CONDITIONS D'EXPLOITATION

SOLER ENVIRONNEMENT	**CONDITIONS GENERALES DE VENTE**	Septembre 2013

ARTICLE 1 – CHAMP D'APPLICATION
Les présentes conditions générales s'appliquent intégralement à toutes les offres de prestation établies par SOLER ENVIRONNEMENT. Aucune modalité ou condition proposée par le CLIENT ne pourront être acceptés, sauf si elles ont été acceptées par écrit par SOLER ENVIRONNEMENT.

ARTICLE 2 – CONDITIONS DE VALIDITE DU CONTRAT
L'acceptation par écrit de l'offre ou la reception d'une commande établie par le CLIENT faisant reference à l'offre, constitue le contrat. Son acceptation implique son adhésion entière et sans réserve aux présentes conditions générales de vente.

En cas de non conformité de la commande par rapport à l'offre,, SOLER ENVIRONNEMENT se réserve un délai de 5 jours à compter de la réception pour renoncer à cette commande, sans que le client puisse se rétracter pendant ce délai, ni exiger une quelconque indemnisation. Passé ce délai, la commande est réputée lier les deux parties même en l'absence d'accusé de réception.

ARTICLE 3 – OBLIGATION DE RENSEIGNEMENT ET D'INFORMATION
Le client est entièrement responsable des renseignements fournis. L'offre a été étabie en se basant sur les renseignements qui lui ont été fournis par le client. Ce dernier reconnaît avoir communiqué toutes les informations nécessaires sur l'objet du contrat envisagé, les risques particuliers et les mesures de précaution qui s'imposaient.

ARTICLE 3 – DELAIS D'EXECUTION
Les délais d'exécution sont communiqués à titre indicatifs. SOLER ENVIRONNEMENT s'engage à mettre en œuvre tous les moyens pour les respecter au mieux. Un retard ne saurait ouvrir au profit du client un quelconque droit à indemnisation. En cas de modification des délais indiqués dans l'offre, SOLER ENVIRONNEMENT en informe le client et lui indique les nouveaux délais pour le remise des délivrables.

Le client a l'obligation de prendre toutes dispositions pour permettre la bonne réalisation de la prestation à la date convenue. En cas d'impossiblité de realisation de la prestation ou d'interruption de la mission du fait du client, le CLIENT prends en charge les frais de déplacement et de main d'œuvre supplémentaires engagés par notre société. Dans ce cas, le planning et les délais d'exécution donnent lieu à une mise à jour.

SOLER ENVIRONNEMENT sera libérée de son obligation d'exécution dans les délais définis, en raison de tout événement indépendant de sa volonté ou soustrait à son contrôle, même partiellement notamment : conflit de travail, circonstances climatiques exceptionnelles, incompatible à la réalisation de la prestation de terrain.

ARTICLE 4 – SOUS-TRAITANCE
SOLER ENVIRONNEMENT se réserve le droit d'engager les services de sous-traitants qualifiés. Le CLIENT est alors informé dans l'offre de la prestation sous-traitée.

ARTICLE 5 – PRIX ET FACTURATION
Nos prix sont valables pour la durée précisée dans l'offre et s'entendent pour une exécution conforme aux dispositions de la commande.

Nos prix sont actualisables ou révisables de plein droit dans le cadre des dispositions réglementaires et législatives en vigueur.
En cas de prestation d'une durée supérieure à 1 mois, SOLER ENVIRONNEMENT se réserve le droit d'émettre des factures de situation mensuelle sur la base des prestations réalisées dans le mois.

En outre, si en cours d'exécution, le client demande des modifications par rapport à la commande initiale, celles-ci devront être acceptées au préalable par SOLER ENVIRONNEMENT et seront exclusivement à la charge du client.

ARTICLE 6 – CONDITIONS DE PAIEMENT
SOLER ENVIRONNEMENT se réserve le droit de demander avant l'exécution d'un contrat, le versement d'un acompte dont le montant est precisé dans l'offre.

Nos factures sont payables sous trente (30) jours date de facture sauf convention contraire des parties, notamment stipulée sur la facture, ainsi que sur les devis/accusés de réception de commande.
Les informations relatives au destinataire des paiements ainsi que les coordonnées bancaires à utiliser pour les virements, sont spécifiées sur nos factures.

En cas de retard de paiement, conformément à l'article L441-6 du code du commerce, un indemnité fofaitaire de 40€ sera exigible. Les pénalités de retard seront de 12% par an.
En outre, nous nous réservons la faculté de suspendre ou d'annuler les ordres en cours, sans préjudice de tout autre recours.

ARTICLE 7 –RESPONSABILITES
SOLER ENVIRONNEMENT assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au contrat. A ce titre, notre société s'engage à réaliser de nouveau, à ses frais, dans les meilleurs délais, les prestations dont la défectuosité lui serait imputable.

Si le CLIENT n'est pas propriétaire du site, celui-ci s'engage à informer le propriétaire et son exploitant de la nature de l'intervention de SOLER ENVIRONNEMENT.
Le CLIENT s'engage à obtenir tous les accords nécessaires du propriétaire autorisant SOLER ENVIRONNEMENT à pénétrer et travailler sur le site à l'étude.

Le CLIENT informera SOLER ENVIRONNEMENT, avant toute intervention sur site, de toute mesure de sécurité et de réglement existant concernant le site à l'étude.

Il est expressément convenu que SOLER ENVIRONNEMENT ne pourra être tenu pour responsable des dommages immatériels consécutifs ou non, à un dommage matériel tels que, mais non limitativement, perte d'exploitation, perte de production, manque à gagner, perte de profit, perte de contrat, perte d'image, immobilisation de personnel ou d'équipements ainsi que tout dommage indirect .

ARTICLE 8 – CONFIDENTIALITE
SOLER ENVIRONNEMENT effectue ses prestations dans le cadre normal du respect de la confidentialité des informations et des résultats. Aucun document se rapportant au projet concerné par les prestations demandées ne peut être divulgué à une tiers sans l'autorisation écrite préalable du CLIENT.
En cas de demande de la part du client, un engagement de confidentialité peut être signé (certificat fourni avec l'offre).

ARTICLE 9 – LITIGES
La juridiction compétente en cas de litige lié au contrat est le Tribunal de Commerce d'Evry.

2

Etude géotechnique réalisée par FONDASOL (Octobre 2021)

ROUEN (76)

Étude géotechnique G1 + G2 phase AVP

Rapport n° PR.14GT.21.0111 – 001 – 1ère diffusion – 04/10/2021

ALTAREA COGEDIM DEVELOPPEMENT URBAIN

CONSTRUCTION DE 590 LOGEMENTS COLLECTIFS
ZAC de la Pépinière

FONDASOL Agence de CAEN

8 rue Abo Volo
14120 – MONDEVILLE

☎ 02.31.74.31.31.
🖷 02.31.74.31.22.
caen@fondasol.fr

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	04/10/2021	91	1ère diffusion	E. HUET	M. BOUDJELLAL
A					
B					
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X				41	X				81	X			
2	X				42	X				82	X			
3	X				43	X				83	X			
4	X				44	X				84	X			
5	X				45	X				85	X			
6	X				46	X				86	X			
7	X				47	X				87	X			
8	X				48	X				88	X			
9	X				49	X				89	X			
10	X				50	X				90	X			
11	X				51	X				91	X			
12	X				52	X				92				
13	X				53	X				93				
14	X				54	X				94				
15	X				55	X				95				
16	X				56	X				96				
17	X				57	X				97				
18	X				58	X				98				
19	X				59	X				99				
20	X				60	X				100				
21	X				61	X				101				
22	X				62	X				102				
23	X				63	X				103				
24	X				64	X				104				
25	X				65	X				105				
26	X				66	X				106				
27	X				67	X				107				
28	X				68	X				108				
29	X				69	X				109				
30	X				70	X				110				
31	X				71	X				111				
32	X				72	X				112				
33	X				73	X				113				
34	X				74	X				114				
35	X				75	X				115				
36	X				76	X				116				
37	X				77	X				117				
38	X				78	X				118				
39	X				79	X				119				
40	X				80	X				120				

SOMMAIRE

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

Maître d'Ouvrage : ALTAREA COGEDIM DEVELOPPEMENT URBAIN

Devis : SQ.14GT.21.07.003-Indice B du 22/07/2021

Commande : ALTAREA COGEDIM DEVELOPPEMENT URBAIN du 29/07/2021

A.1. Mission selon la norme NF P94-500

Missions : G1+G2-AVP selon norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013)

Objectifs définis dans notre devis :

- Types et profondeurs des fondations à mettre en œuvre,
- Paramètres géotechniques de dimensionnement et ébauche dimensionnelle pour un profil type de fondation,
- Principes constructifs dans le cas de renforcement des sols,
- Détermination du type de niveau bas envisageable : dallage sur terre-plein ou plancher porté,
- Dans le cas d'un dallage sur terre-plein, étude de son assise (épaisseur, constitution et critères de réception de la couche de forme ; détermination des modules Es conformément au DTU 13.3) pour un profil type,
- Recommandations particulières pour la réalisation des travaux (terrassements, pentes de talus provisoires et définitives, précautions vis-à-vis de la présence d'eau, etc.) vis-à-vis du niveau enterré.

Remarque importante :

Nos études géotechniques ne concernent pas les projets géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.).

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, ni de définir les filières d'évacuation des déblais.

Nos études ne visent pas non plus à réaliser une étude historique du site et donc à statuer sur l'existence d'anciens ouvrages enterrés ou de carrières.

A.2. Documents à notre disposition pour cette étude

Nous disposons pour cette étude des documents suivants :

[1]. Note géotechnique préliminaire réalisée par nos soins le 09/10/2020,

[2]. Plan topographique du site réalisé par SNETA en mai 2013,

[3]. Note de prélèvement et d'analyses réalisée par GEOTEC le 30/10/2018,

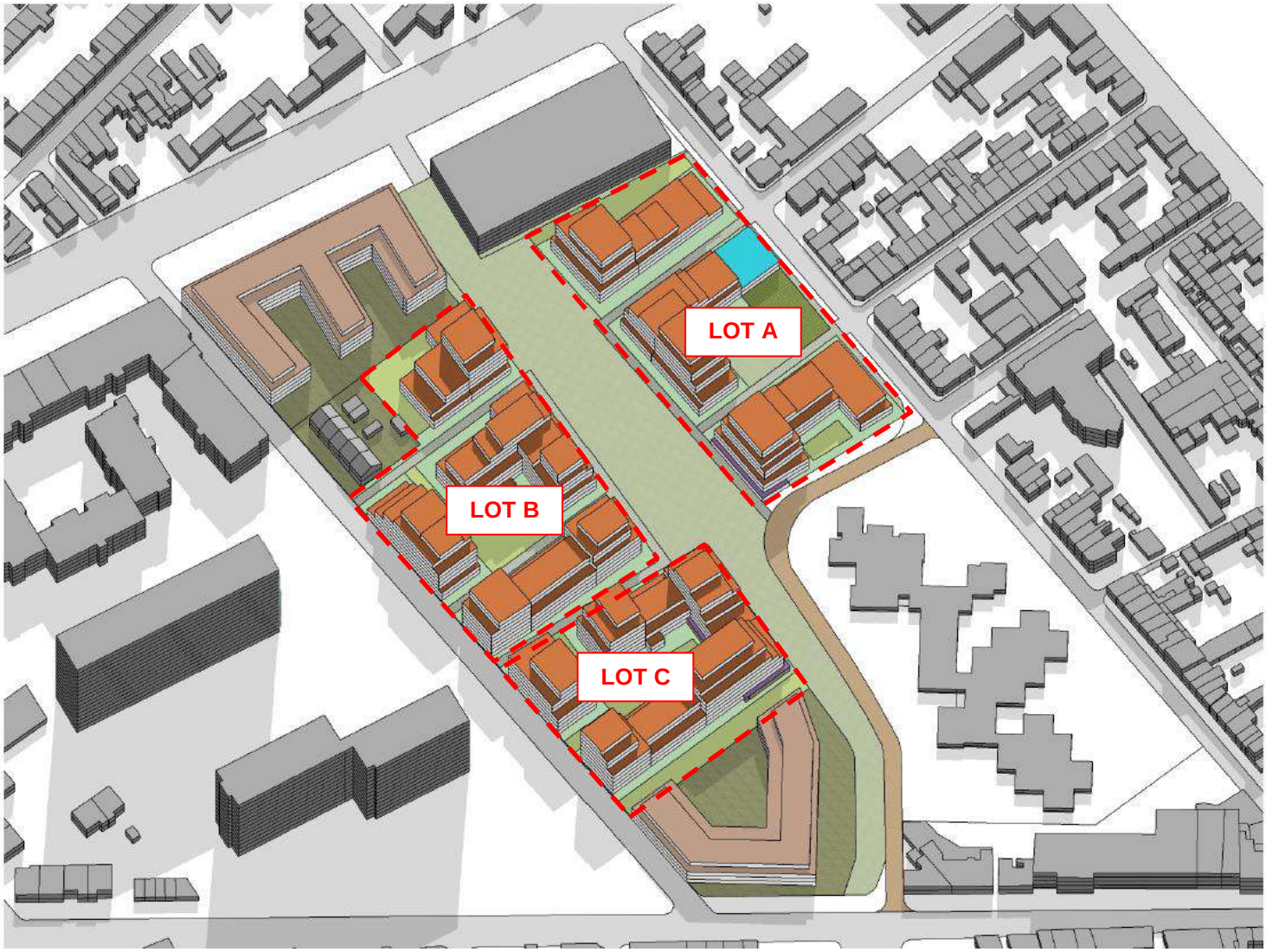
[4]. Rapport d'étude géotechnique de conception n°RO00371 réalisé par FONDOUEST le 20/11/2018 sur une partie de la zone projetée,

[5]. Rapport d'étude géotechnique de conception n°RO00800 réalisé par FONDOUEST le 12/11/2020 dans le cadre de la création de 2 immeubles aux abords du projet,

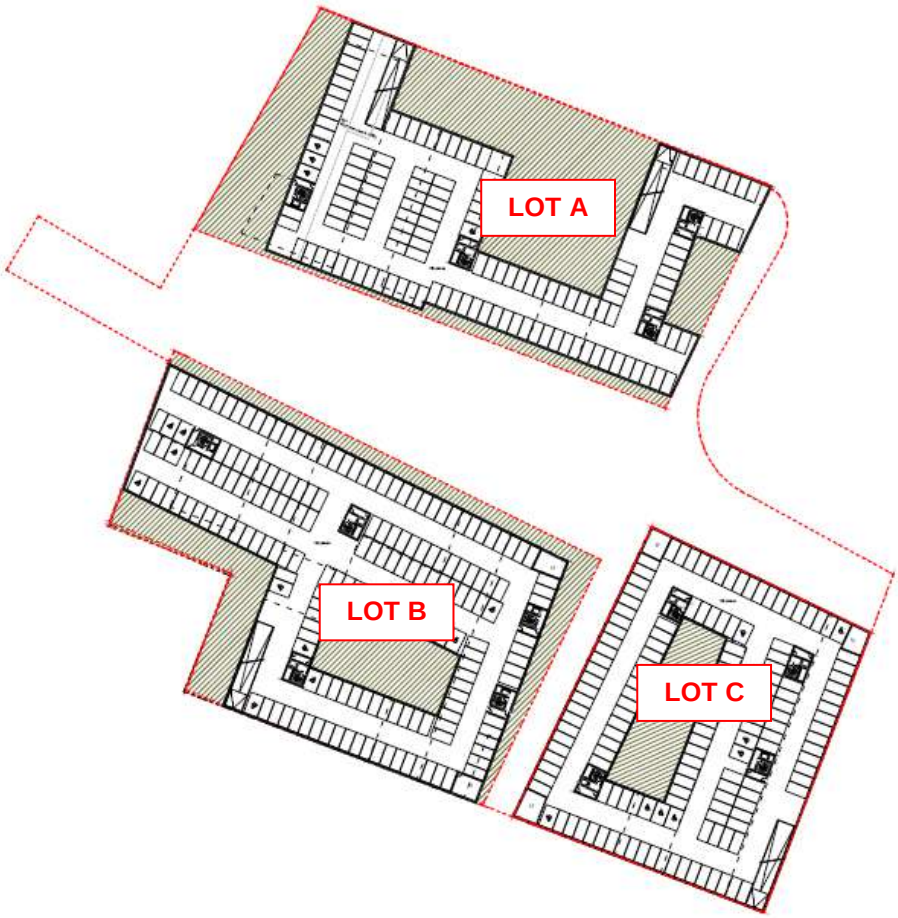
[6]. Plan de masse, esquisse, axonométrie du projet versions 1 et 2 non référencés et non datés,

A.3. Description du projet

Le projet consiste en la construction de 590 logements répartis en 3 lots (A, B et C). Ces lots sont constitués de plusieurs immeubles de type R+2 à R+7 avec un niveau de sous-sol généralisé sur l'ensemble de chacun des lots. La superficie respective des lots est de 3200 m², 4100 m² et 3400 m².



Axonométrie générale des 3 lots



Plan de masse du sous-sol des 3 lots

En première approche, nous avons fait l'hypothèse que les planchers bas des 3 lots se situaient à environ 3 m sous le niveau moyen actuel des voiries bordant le projet, soit à une cote altimétrique de +3,5 NGF.

Nous ne disposons pas des descentes de charges sur les fondations, des tassements absolus et différentiels admissibles, ni d'aucun autre élément concernant ce projet.

Selon les informations transmises par le maître d'ouvrage, l'ouvrage sera considéré de catégorie géotechnique 2 au sens de l'EUROCODE 7 et de catégorie d'importance II vis-à-vis du risque sismique au sens des décrets d'application de l'EUROCODE 8.

A.4. Programme d'investigations

Pour répondre aux objectifs de l'étude, nous avons réalisé la campagne de sondages suivante :

- 8 sondages pressiométriques notés SP1 à SP8, descendus à 30 m de profondeur en SP2, SP5 et SP8, à 25,5 m en SP1 et SP3, à 25,2 m en SP6 et à 25 m en SP4 et SP7 et comportant un total de 135 essais pressiométriques avec enregistrement des paramètres de forage,

- 4 sondages de reconnaissances notés SD9 à SD12, descendus à 25 m de profondeur avec enregistrement des paramètres de forage,

- 8 sondages de reconnaissance notés PZ13 à PZ18, PZ23 et PZ24, descendus à 11 m de profondeur en PZ23, 11,5 m en PZ14, 11 m en PZ15, 5,5 m en PZ16, PZ17, PZ18, 10,5 m en PZ23 et 6 m en PZ24. Ces sondages ont été équipés avec un tube piézométrique et fermés par un capot métallique. Un suivi durant 6 mois et une étude hydrogéologique sont en cours.

- 4 essais de perméabilité de type Matsuo, notés EM19 à EM22 réalisés dans des puits à la pelle mécanique descendus à 2,5 m de profondeur en EM5, et à 2,4 m de profondeur en EM20, EM21 et EM22.

- Essai en laboratoire :

  - 3 analyses de l'agressivité des eaux vis-à-vis du béton,
  - 6 analyses de l'agressivité des sols vis-à-vis du béton,

Les plans de situation et d'implantation, ainsi que les résultats des essais pressiométriques et les coupes de sondages, sont présentés en annexe du présent rapport.

Les profondeurs données dans la suite du présent rapport se réfèrent au niveau du terrain naturel au droit de nos sondages lors de notre intervention sur site.

Par ailleurs, les sondages SP6, SP7, SP8, SD11, SD12, PZ14, PZ17, PZ18 et EM21 ont été nivelés à partir d'une référence locale correspondant à une plaque rectangulaire France Telecom située au sud-est du site (notée REF1 sur le plan d'implantation joint en annexe) et correspondant à une cote de +6,4 NGF d'après le plan topographique transmis.

De même, les sondages SP1, SP2, SP4, SP5, PZ16, et EM22 ont été nivelés à partir d'une deuxième référence locale correspondant à un tampon circulaire d'eaux usées situé au sud-ouest du site (notée REF2 sur le plan d'implantation joint en annexe) et correspondant à une cote de +8,35 NGF d'après le plan topographique transmis.

Les sondages SD9, PZ13, EM19 et PZ24 ont été nivelés à partir d'une troisième référence locale correspondant à un autre tampon circulaire d'eaux usées situé au nord-ouest du site (notée REF3 sur le plan d'implantation joint en annexe) et correspondant à une cote de +7,42 NGF d'après le plan topographique transmis.

Enfin, les sondages SP3, SD10 et PZ15 ont été nivelés à partir d'une quatrième référence locale correspondant à un autre tampon circulaire d'eaux usées situé au nord-ouest du site (notée REF4 sur le plan d'implantation joint en annexe) et correspondant à une cote de +7,22 NGF d'après le plan topographique transmis.

B. DESCRIPTIF GENERAL DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE

B.1. Description générale du site

Adresse du site : Rue Parmentier 76100 ROUEN

Parcelles cadastrales : n°300, 301, 384, 361 et 504 – section HY

Superficie du terrain : Environ 22 000 m²

La topographie générale du site est globalement plane et horizontale à l'échelle du secteur. Elle est toutefois surélevée de 1 à 2 m en partie centrale par rapport au niveau des voiries au nord, au sud et à l'est qui s'établissent à une cote comprise entre +6 et +7 NGF d'après le plan topographique transmis et la carte IGN du secteur.

La zone projetée est occupée par 4 immeubles de 7 à 9 étages entourés d'espaces enherbés, peu arborés et traversés par des chemins piétonniers. On note également la présence d'un parking pour véhicules légers d'une quarantaine de places à l'extrémité nord-est et un autre parking de 20 places à l'extrémité sud-ouest.

Photographie aérienne du site (*Google Maps*)

Vues depuis le sud-ouest

Vues depuis le nord-est

Vues depuis le nord-ouest

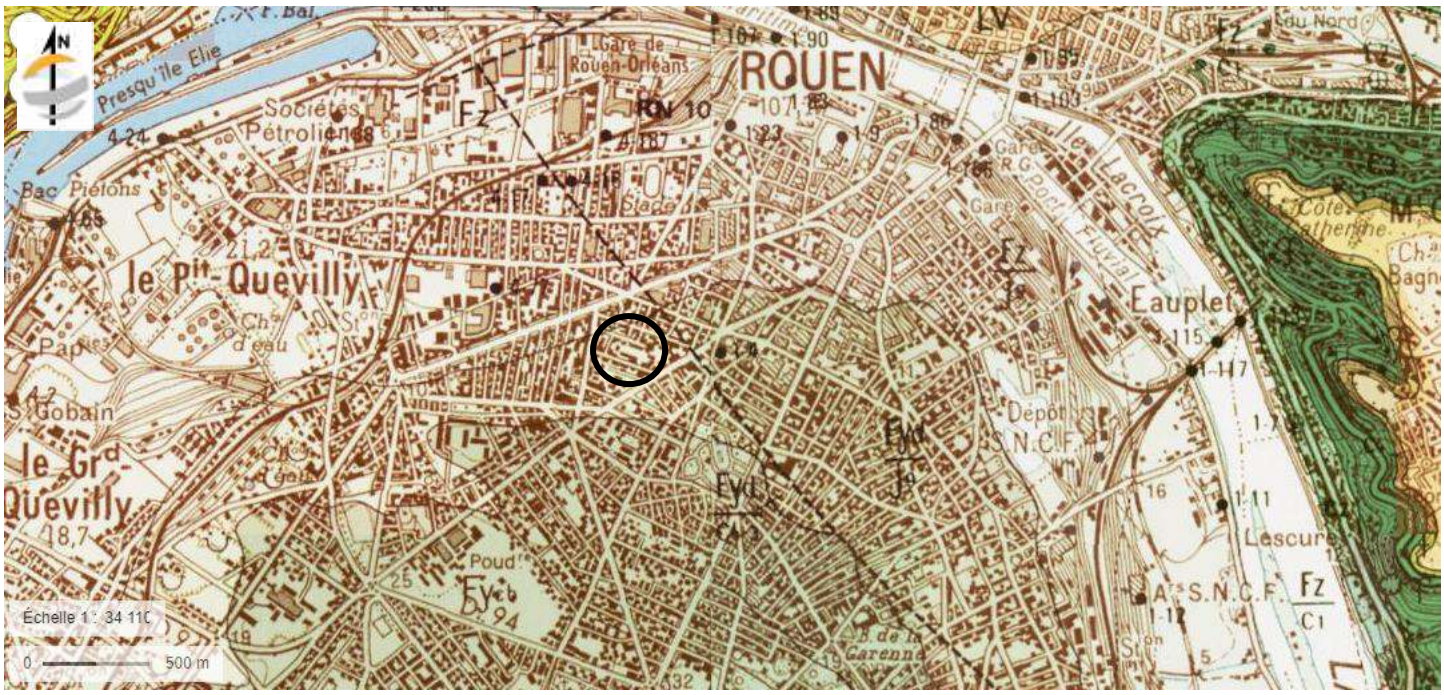
Vues au centre du site

Vues depuis le sud-ouest

B.2. Contexte géologique

D'après notre expérience du secteur et l'examen de la carte géologique du ROUEN OUEST au 1/50 000ème, la succession lithologique prévisionnelle au droit du projet est constituée successivement par :

- Des remblais liés à l'occupation antérieure du site,
- Des alluvions anciennes sablo-graveleuses,
- Le substratum crayeux, plus ou moins altéré en tête.



Extrait de la carte géologique de ROUEN OUEST au 1/50 000ème

B.3. Enquête documentaire sur les risques naturels recensés

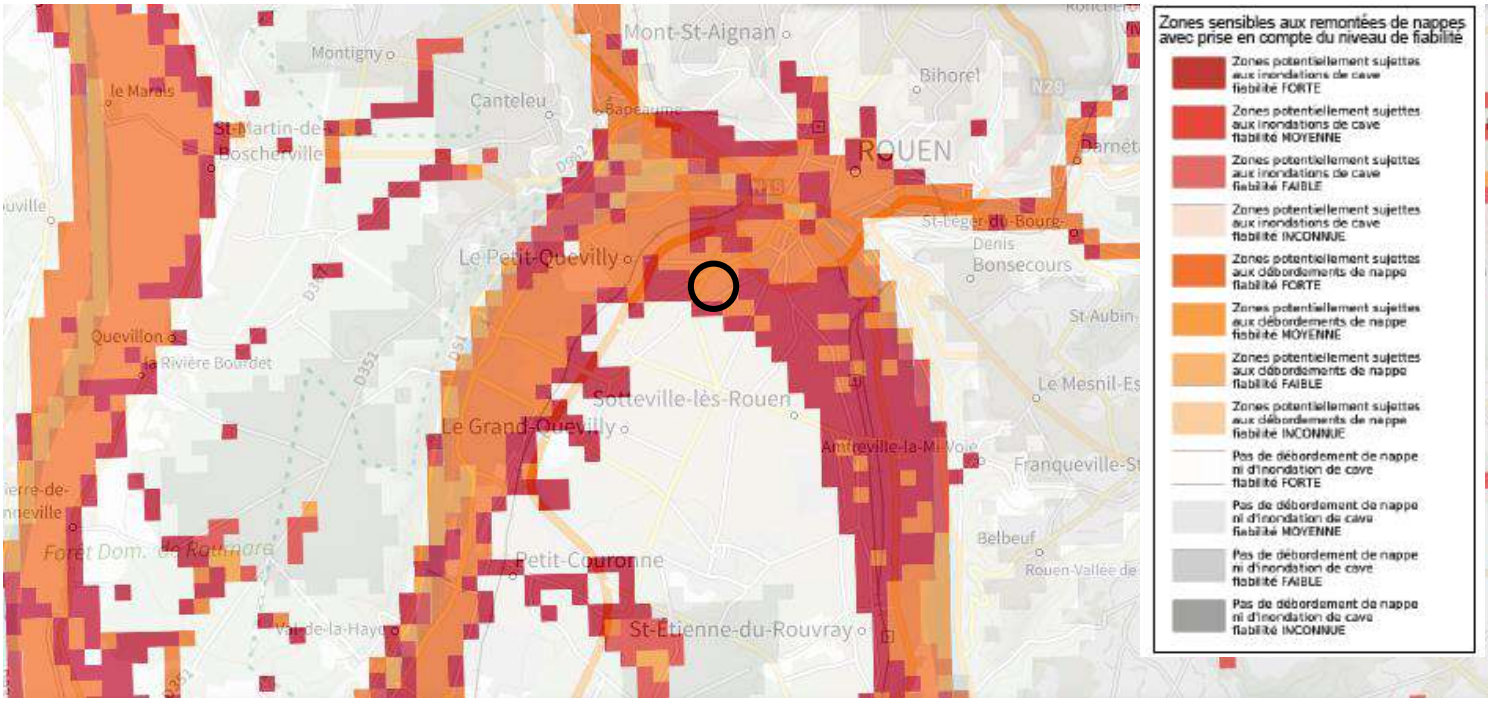
LISTE DES PLANS DE PREVENTION DES RISQUES (PPR) ET DATE DE PRESCRIPTION

D'après le site internet GEORISQUE du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire consulté le 28/09/21, la ville de ROUEN est concernée par 2 plans de prévention des risques d'inondation : le plan de prévention des risques d'inondations de la vallée de la Seine – Boucle de Rouen et le plan de prévention des risques d'inondation du Cailly, de l'Aubette et du Robec. Cependant, le projet n'est pas concerné par ce dernier plan de prévention car il ne se situe pas dans ce bassin versant mais dans la vallée alluviale de la Seine. En ce qui concerne le plan de prévention des risques d'inondation de la vallée de la Seine, le projet se situe en dehors des zones d'aléas.

La zone projetée est également concernée par le TRI (Territoire à Risque Important d'Inondation) de ROUEN LOUVIERS AUSTREBERTHE établi par la DDTM de Seine Maritime en octobre 2014. **D'après ce document, il y a un risque d'inondation de faible probabilité selon les scénarii.** Nous recommandons au maitre d'ouvrage ou maitre d'œuvre de consulter ce document.

RISQUE INONDATION / REMONTEE DE NAPPE

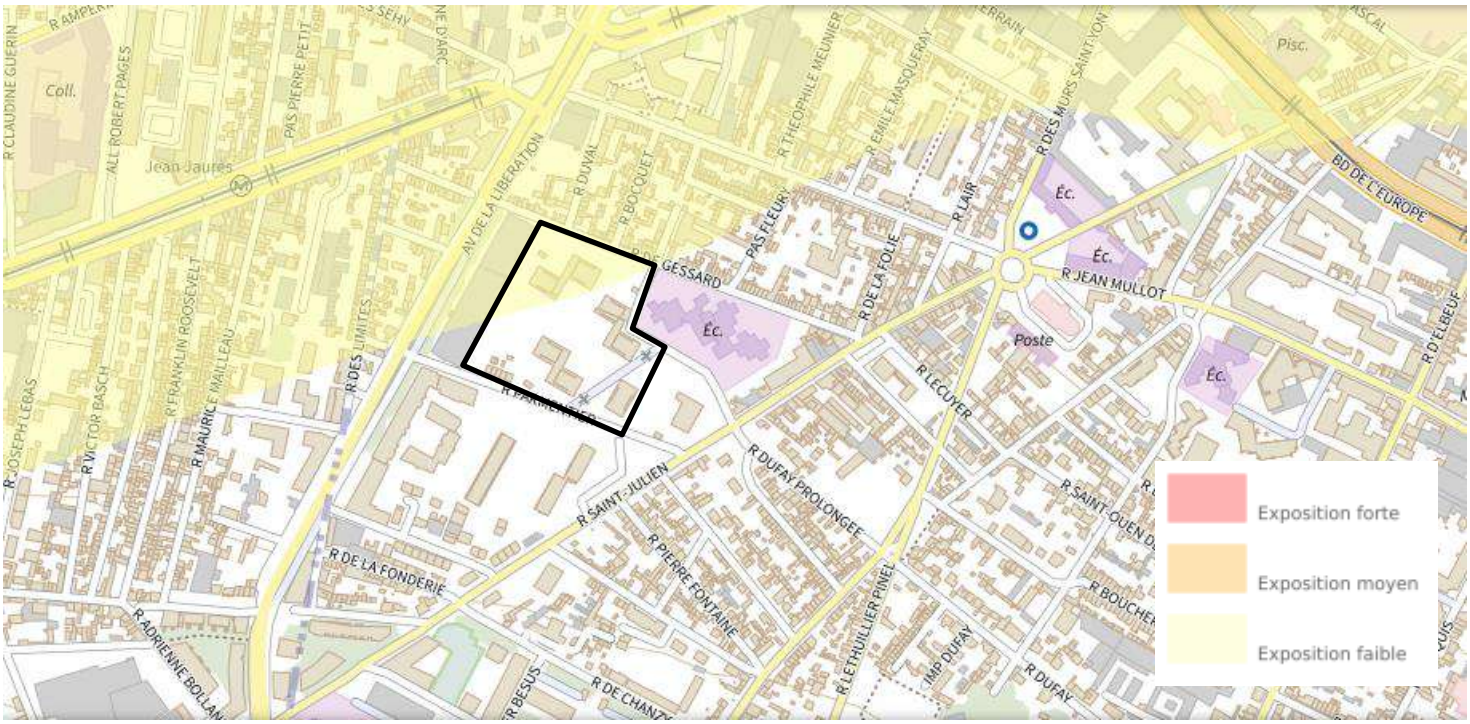
Une carte des remontées de nappe est disponible sur le site www.georisques.gouv.fr. Elle indique que le terrain concerné par l'étude se situe dans **une zone potentiellement sensible au débordement de nappe ou inondation de cave – fiabilité forte.**



Extrait de la carte des remontées de nappe

RISQUE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Une carte des argiles sensibles au retrait / gonflement disponible sur le site www.georisques.gouv.fr indique que la zone projetée présente une faible exposition au retrait/gonflement des argiles uniquement au nord-ouest.



Extrait de la carte de sensibilité au retrait-gonflement des argiles

RISQUE CAVITES / MOUVEMENTS DE TERRAIN

Concernant le risque de cavités souterraines ou de mouvements de terrains, la cartographie consultable sur le site GEORISQUE n'indique pas la présence d'indices de cavités souterraines ou de mouvements de terrains à moins de 500 m du projet.

Extrait de la carte de localisation des cavités et des mouvements de terrains répertoriées

RAYONNEMENTS IONISANTS (DECRET N° 2002-460 DU 4 AVRIL 2002) - RADON

Le radon est un gaz radioactif qui provient de la dégradation de l'uranium du sous-sol. Il reste diffus dans l'air mais a tendance à se concentrer dans les milieux fermés, tels que les bâtiments par exemple.

Le projet ne se situe pas dans un département prioritaire pour la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants (présence potentielle de radon) et à titre informatif, la ville de ROUEN est classée en potentiel radon de catégorie 1. Il conviendra donc de se référer au décret N°2002-460 du 4 avril 2002 et aux réglementations en vigueur pour la conception du projet.

RISQUE SISMIQUE

Le gouvernement a publié au journal officiel du 22 octobre 2010 deux décrets relatifs au nouveau zonage sismique national et un arrêté fixant les règles de construction parasismique telles que les règles Eurocode 8. Il s'agit des documents suivants :

- décret n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- décret n°2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".

ROUEN est situé en zone de sismicité très faible (zone sismique 1) suivant cette réglementation.

C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU

C.1. Résultats des sondages

Les sondages ont permis de mettre en évidence sous localement 10 cm de dalle de béton ou d'enrobé ou 20 cm de terre végétale marron foncé, la coupe lithologique suivante :

- De 0 / 0,1 m à 1,5 / 3,5 m de profondeur/TN, localement jusqu'à 0,2 m en SP2, 4,6 m en SP4, 4,2 m en PZ16 et 0,9 m en EM2 : **REMBLAIS sablo-caillouteux ou argilo-caillouteux marron foncé à gris foncé, localement noirs en SP7, PZ18, EM20, EM21 et EM22.** Des débris de construction (béton, briques, ferrailles,…) ont été rencontrés dans les 4 fouilles à la pelle mécanique EM19, EM20, EM21 et EM22. Ce type de débris a également été décelé dans le sondage SP7. Cependant, nous rappelons que les forages SP1 à SP8, SD9 à SD12, PZ13 à PZ18, PZ23 et PZ24 sont de petit diamètre et de mode destructif qui ne permettent pas nécessairement de déceler ce type d'éléments. Localement, de la matière organique a été rencontré en SD10.

- De 0,2 / 4,6 à 3,6 / 6,4 m de profondeur/TN, localement 9,7 m en SP1, 8,5 m en PZ13 et 7,3 m en PZ15 : **SABLES ET GRAVIERS marron clair à ocre.** Cet horizon peut localement contenir des éléments argileux comme en SP2 et SP6.

- De 3,6 / 9,7 m de profondeur/TN et jusqu'à 30 m (fin des sondages SP2, SP5 et SP8) : **CRAIE beige à blanche.**

Nota :

- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. En particulier, ils ne permettent pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers, de blocs ou de débris de construction.

- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement entre 2 sondages. Dans le cas des terrains superficiels (remblais, sables et graviers par exemple), les sur-profondeurs et hétérogénéités sont possibles.

- Nous rappelons que la recherche de pollution ne compte pas parmi les objectifs de notre étude.

C.2. Aspects géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in situ à partir des essais pressiométriques. Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous:

N°	Formation	Essais pressiométriques					Consistance/ compacité*
		Pression limite nette Pl* (MPa)		Module pressiométrique E_M (MPa)		Nb valeurs	
		Min	Max	Min	Max		
1	REMBLAIS	0,25	1,22	2,8	16,0	11	Lâche à dense
2	SABLES ET GRAVIERS	0,37	1,70	4,2	25,7	13	Moyennement dense à dense, localement lâche
3	CRAIE	0,41	4,58	5,0	69,9	111	Molle à saine

** décrite selon la catégorie conventionnelle du tableau A.2.1 de la norme NF P94-261.*

Nota :

Les valeurs pressiométriques des remblais sont très hétérogènes

Les valeurs pressiométriques de la formation de sables et graviers sont globalement moyennement denses à très denses mais localement lâches en SP2 (Pl* = 0,45 MPa) et SP6 (Pl* = 0,37 MPa).

Dans la formation crayeuse, les valeurs pressiométriques augmentent progressivement avec la profondeur. Ainsi, elles sont faibles à moyennes en tête d'horizon et deviennent élevées en profondeur. Cependant, on note que le sondage SP7 possède des valeurs légèrement plus faibles que sur les autres sondages sur toute la hauteur de la craie et particulièrement entre 4 et 9 m de profondeur.

C.3. Niveaux d'eau

Les forages SP1 à SP8, SD9 à SD12, ayant nécessairement été réalisés avec injection de bentonite ou d'eau, ils n'ont pas permis un relevé fiable du niveau de la nappe lors de leur réalisation. En effet, les niveaux d'eau mesurés entre 0,3 et 5,3 m de profondeur en fin de forage ont certainement été influencés par le fluide de forage.

Les sondages à la pelle mécanique EM19 à EM22 n'ont pas rencontrés de venues jusqu'à 2,4 / 2,5 m de profondeur.

Les relevés des niveaux d'eau des sondages PZ13 à PZ18, PZ23 et PZ24, équipés de tubes piézomètriques sont les suivants :

Niveau d'eau	PZ13		PZ14		PZ15		PZ16	
	Prof.(1)	Cote(2)	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote
En fin de forage	5,90	1,81	5,30	1,83	4,60	2.54	0,90	7,34
Le 06/09/2021	5,26	2,45	4,70	2,43	4,33	2,81	(4)	-
Le 20/09/2021	5,33	2,38	(4)	-	4,75	2,39	5,5	< 2,74

(1) Profondeurs en mètre par rapport au niveau actuel du terrain ; (2) Cote NGF ; (3) Pas d'eau ; (4) Niveau d'eau non relevé

Niveau d'eau	PZ17		PZ18		PZ23		PZ24	
	Prof.(1)	Cote(2)	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote
En fin de forage	0,3	6,62	4	2,48	2,1	5,33	4,2	2,98
Le 06/09/2021	(3)	< 1,42	4,06	2,42	(4)	-	(4)	-
Le 20/09/2021	(3)	< 1,42	4,14	2,34	5,07	2,36	4,71	2,47

(1) Profondeurs en mètre par rapport au niveau actuel du terrain ; (2) Cote NGF ; (3) Pas d'eau ; (4) Niveau d'eau non relevé

Cependant, nous n'excluons pas la possibilité de circulations d'eau superficielles d'origine météoritique en fonction des conditions météorologiques, notamment dans les zones remblayées.

Nous rappelons également, que d'après l'enquête documentaire, le projet se situe dans une zone potentiellement sujette aux débordements de la nappe ou inondation de caves – fiabilité forte et dans une zone de faible probabilité d'inondation d'après le TRI de ROUEN LOUVIERS AUSTREBERTHE.

Remarques :

L'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne lui permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où les niveaux d'eau mentionnés dans le rapport d'étude correspondent nécessairement à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend des conditions météorologiques.

Un suivi des mouvements de la nappe au droit des piézomètres PZ13, PZ15, PZ16, PZ18, PZ23 et PZ24 est en cours au moyen de sondes d'acquisition automatiques des données. Il sera associé à une étude hydrogéologique au droit du projet afin de permettre de mieux apprécier l'influence de la nappe sur le projet et de préciser ses niveaux caractéristiques (Hautes Eaux, Basses Eaux, ….).

C.4. Résultats des essais de perméabilité

Nous avons effectué 4 essais de perméabilité par infiltration de **type MATSUO** notés EM19 à EM22, 2 dans l'horizon remblayé (EM20 et EM22) et 2 dans l'horizon de sables et graviers (EM19 et EM20). Les essais MATSUO sont des essais de perméabilité réalisés à l'intérieur d'une fouille à la pelle mécanique.

Nous rappelons que l'essai Matsuo consiste à créer une fouille à la pelle mécanique (dont les dimensions sont mesurées précisément pour déterminer la surface humectée d'infiltration), à la remplir en vue de produire une saturation de cette surface de sol humectée, puis à mesurer la descente du niveau d'eau en fonction du temps.

Une mise en saturation d'une durée d'environ 24 heures a été effectuée avant la prise de mesures. Les feuilles d'essais sont jointes en annexe du présent rapport, ainsi que la coupe lithologique associée.

Essais d'infiltration EM19, EM20, EM21 et EM22 :

Ces essais ont été réalisés à 2,4 et 2,5 m de profondeur, dans une fouille de 1,25 à 1,45 m de longueur et 0,45 m de largeur au sein de remblais sablo-graveleux en EM20 et EM22 et au sein de sables et graviers en EM19 et EM21. Les perméabilités mesurées sont moyennes, comprises entre $1{,}9.10^{-5}$ m/s et $4{,}4.10^{-5}$ m/s. Au regard de la nature majoritairement sablo-graveleuses des terrains rencontrés, les valeurs mesurées paraissent légèrement faibles. Il semble donc que ces matériaux renferment également des éléments plus fins, limoneux ou argileux.

NOTA :

Les valeurs données dans le présent rapport ne sont représentatives que des sols testés au droit de nos sondages EM19 à EM22 et à la profondeur des essais réalisés. Nous conseillons donc à l'équipe de conception de tenir compte des risques d'hétérogénéité et de retenir des valeurs prudentes par type de sol, dans un souci de sécurité vis-à-vis du dimensionnement des ouvrages**.** Nous recommandons la réalisation d'essais complémentaires compte tenu de la superficie importante du terrain.

Les résultats de ces essais de perméabilité ne font pas partie d'une prestation d'analyse ou de dimensionnement d'ouvrages d'infiltration qui serait à réaliser par un bureau d'étude spécialisé.

Par ailleurs nous pouvons noter à titre purement indicatif que la perméabilité des terrains est susceptible de diminuer dans le temps par phénomène de colmatage, et qu'un coefficient de sécurité est à appliquer sur les perméabilités mesurées par le BE en charge de l'étude d'infiltration.

C.5. Tests d'agressivité chimique vis-à-vis du béton en laboratoire

9 tests d'agressivité chimique vis-à-vis du béton ont été réalisés en laboratoire :

- 6 sur des échantillons de sol, prélevés au droit des sondages SP7 entre 1 et 2 m de profondeur, SP8 à 2 m, SD9 entre 2 et 3 m, EM19 à 2 m, EM21 à 2 m et EM22 à 2 m,
- 3 sur des échantillons d'eau, prélevés dans les piézomètres PZ13, PZ15 et PZ23.

Les comptes-rendus de ces essais sont joints en annexe du présent rapport.

Nous rappelons ci-après, les classes d'expositions de la norme EN 206-1 : 2000 et le Fascicule de documentation FD P 18-011 de 2009.

La norme NF EN 206-1 définit, pour les attaques chimiques, trois classes d'exposition correspondant à trois niveaux d'agressivité chimique :

- · XA1 Environnement à faible agressivité chimique ;
- · XA2 Environnement d'agressivité chimique modérée ;
- · XA3 Environnement à forte agressivité chimique.

Selon la norme FD.P 18-011 (NF EN 206-1), les 3 échantillons d'eau testés présente une agressivité chimique vis-à-vis du béton de type XA1. Pour le sol, les échantillons prélevés en EM21 et EM22 ne présente pas d'agressivité chimique, ceux prélevés en SP7 et EM19 une agressivité chimique de type XA2 et ceux prélevés en SP8 et SD9 une agressivité chimique de type XA3. Nous recommandons donc de retenir à minima du XA3 pour le projet.

NOTA : nous attirons l'attention sur le fait qu'il s'agit de tests ponctuels, des particularités sont donc possibles localement.

D. ÉTUDES DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G1 + G2 AVP)

D.1. Mode de fondations envisageables

Les reconnaissances géotechniques ont mis en évidence une couche de remblais hétérogènes jusqu'à 1,5 / 3,5 m de profondeur de manière générale (localement jusqu'à 4,2 m PZ16 et 4,6 m en SP4) et contenant des débris de construction. Ces remblais reposent sur des sables et graviers marron clair reconnus globalement jusqu'à 3,6 / 6,4 m de profondeur (localement 9,7 m en SP1, 8,5 m en PZ13 et 7,3 m en PZ15) et possédant des caractéristiques pressiométriques moyennement denses à denses, localement lâches en SP2 et SP6.

Le substratum crayeux rencontré ensuite possède des caractéristiques géotechniques augmentant progressivement avec la profondeur, molles à altérées jusqu'à - 2 NGF, altérées jusqu'à - 6 NGF. Elles deviennent ensuite altérées à saines jusqu'à la fin des sondages (30 m de profondeur). Cependant, on note que le sondage SP7 possède des valeurs légèrement plus faibles que sur les autres sondages sur toute la hauteur de la craie et particulièrement entre 4 et 9 m de profondeur.

Compte-tenu des faiblesses observés dans les sables et graviers, de la faible compacité locale du toit de l'horizon crayeux (SP7) et des charges très élevées du projet (bâtiment R+7 avec un niveau de sous-sol), nous excluons la mise en œuvre de fondations superficielles ou semi-profondes.

En effet, des fondations superficielles ancrées dans les remblais, dans les sables et graviers ou au toit de l'horizon crayeux sous-jacents seraient exposées à des tassements différentiels non maitrisables, de forte amplitude et très préjudiciables à la pérennité de l'ouvrage.

En conséquence, nous recommandons de fonder les bâtiments projetés sur des **fondations profondes par pieux, ancrés d'au moins 2 mètres ou 3 diamètres dans la craie compacte reconnue à partir de la cote -6 NGF, soit un ancrage des pieux à au moins -8 NGF.** Pour un niveau de sous-sol à 3,5 NGF, les pieux seront donc au minimum de 11,5 m de longueur.

D.1.1. Généralités – Fondations Profondes

L'étude des fondations profondes se fera conformément à l'EUROCODE 7 et à la norme d'application nationale NF P94-262 de Juillet 2012.

Pour l'ébauche dimensionnelle, nous utiliserons l'approche « modèle de terrain » et la méthode pressiométrique. Nous considérerons un ouvrage de catégorie géotechnique 2.

Dans le cadre de la phase AVP, nous nous limiterons à la reprise des charges verticales centrées ; la prise en compte d'efforts horizontaux devra être étudiée en G2 phase PRO.

Dans la suite, nous étudierons à titre d'exemple le cas de pieux tarière creuse avec enregistrement des paramètres de forage, donc de classe 2 et de catégorie 6.

En première approche, nous déconseillons toute solution de pieux battus ou vibro-foncés en raison du risque de vibrations préjudiciables aux bâtiments existants proches.

Nous insistons cependant sur le fait que d'autres techniques de pieux forés pourront être envisagées sous réserve que l'entreprise exécutrice s'assure de la bonne adéquation des moyens et matériels mis en œuvre avec les conditions de sol reconnues au droit de nos sondages.

Il devra s'agir de pieux forés et ancrés conformément aux critères d'ancrage et de longueurs minimales décrits précédemment.

D.1.2. Modèle géotechnique et ébauche dimensionnelle

Conformément à l'EUROCODE 7, les paramètres géotechniques (méthode pressiométrique) pris en compte doivent être une estimation prudente de la valeur qui influence l'occurrence de l'état limite, ce qui conduit au modèle géotechnique suivant, pour le type de pieu proposé au § précédent :

Cote du niveau de sous-sol retenu en hypothèse : +3,5 NGF

N°	Terrain	Cote de la base (cote NGF)	Classe de sols (NF P94-262)	pl* (MPa)	Frottement		Pointe	
					Courbe type	q_{si} (kPa)	kp	ple* (MPa)
1	Remblais	+3,0 / +3,5	Argiles et limons	0,3	Q1	(1)	-	-
2	Sables et graviers	-1,1 / +3,5	Sables et graviers	0,6	Q2	60	-	-
3a	Craie molle	-2,0 / 0,0	Craie	0,7	Q3	93	-	-
3b	Craie altérée	-6,0 / -4,0	Craie	1,8	Q3	156	-	-
3c	Craie peu altérée	-16,0 / -14,0	Craie	2,5	Q3	176	1,6	2,5
3d	Craie saine	< -21,7	Craie	3,1	Q3			

(1) : les frottements seront négligés sur la hauteur des remblais et jusqu'à +2 NGF

Nota : Excepté le sondage SP7 où les valeurs pressiométriques sont globalement plus faibles, les autres sondages pressiométriques sont relativement homogènes. Compte tenu de la faible proportion du nombre de sondage pressiométrique par rapport à la superficie des bâtiments, il n'a pu être réalisé de maquette par lot. La maquette ci-dessus tient donc compte de la particularité de SP7 pour l'ensemble des lots. De nouveaux sondages avec essais pressiométriques devront donc être réalisés si l'on souhaite dissocier le sondage SP7 (réalisé au droit du lot C) des autres sondages réalisés sur les lots A et B.

RESULTATS DES CALCULS

Pour un pieu de type tarière creuse avec enregistrement des paramètres de forage (classe 2 et catégorie 6), de diamètre Ø 0,82 m travaillant en compression, descendu à 11,5 m de profondeur (soit une cote de -8 NGF), on obtient :

ELU	Situations durables et transitoires Résistance $\mathbf{R_{c;d}}$	3201 kN
ELS	Combinaisons caractéristiques Résistance $\mathbf{R_{c;cr;d}}$	2434 kN
	Combinaisons quasi-permanentes Résistance $\mathbf{R_{c;cr;d}}$	1991 kN

Pour un pieu de type tarière creuse avec enregistrement des paramètres de forage (classe 2 et catégorie 6), de diamètre Ø 1,02 m travaillant en compression, descendu à 14,5 m de profondeur (soit une cote de -11 NGF), on obtient :

ELU	Situations durables et transitoires Résistance $\mathbf{R_{c;d}}$	5359 kN
ELS	Combinaisons caractéristiques Résistance $\mathbf{R_{c;cr;d}}$	4113 kN
	Combinaisons quasi-permanentes Résistance $\mathbf{R_{c;cr;d}}$	3365 kN

Nous rappelons qu'au stade de la présente mission (G2 AVP), les calculs et valeurs dimensionnelles données ci-dessus ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

Nous recommandons fortement de réaliser le dimensionnement des pieux du projet selon la norme NFP.94-262, en fonction des descentes de charge définitives, dans le cadre d'une mission G2 PRO d'étude de projet géotechnique en prenant en compte d'éventuels frottements négatifs.

<u>Nota :</u>

- **Nous mettons en garde sur les conséquences d'un apport de surcharges notables en surface (mise en œuvre de remblais de surélévation par exemple) car celles-ci engendreraient des frottements négatifs (pouvant réduire de façon conséquente la capacité portante des pieux), ainsi que des efforts de cisaillement en tête. En cas d'application de telles surcharges, il conviendra de tenir compte de ces efforts parasites dans le dimensionnement des fondations profondes.**

- Il conviendra de vérifier la stabilité des pieux vis-à-vis des efforts transversaux et moments de flexion transmis à l'ouvrage, et de déterminer en conséquence les caractéristiques des armatures à mettre en œuvre.

- Il sera impératif de s'assurer, pendant le chantier, que l'ancrage de chaque pieu est conforme à celui établi au stade du dimensionnement (enregistrement et vérification des paramètres de forage des pieux). Des variations aléatoires du toit de cet horizon d'ancrage sont en effet tout à fait possibles, ce qui pourrait conduire à de nécessaires surprofondeurs de pieux.

- Un approfondissement des sondages sera à envisager dans le cas où la base des fondations profondes par pieux serait descendue sous une profondeur supérieure à 25 m par rapport au niveau du terrain actuel afin de conserver une reconnaissance des sols sur au moins 5 m sous la base des fondations.

D.1.3. Sujétions et dispositions pour les fondations profondes

L'étude détaillée des principes d'exécution relève de la phase PRO de l'étude géotechnique G2. Nous nous limiterons dans le cadre de la G2 AVP à lister les principes généraux.

La profondeur d'ancrage réelle des pieux devra être adaptée en fonction des variations des horizons géologiques.

La technique d'exécution retenue (outils et méthodes de forage) devra permettre d'atteindre les fiches et niveaux d'ancrage demandés en tenant compte de la résistance du substratum mais aussi de la présence et de la nature des remblais rencontrés sur le site (présence de remblais de démolition, canalisation enterrées, blocs, etc.) et de la présence d'eau dans le sol. Nous indiquons que les bâtiments existants seront démolis et que leurs fondations devront être extraites.

En cas de pieux à la tarière creuse, ceux-ci seront obligatoirement réalisés avec enregistrement des paramètres de forage et un système d'asservissement garantissant l'absence de striction au bétonnage.

On prévoira des surconsommations de béton dans les passages de sols mous et dans les zones où des vides résiduels pourraient subsister dans les remblais.

Les pieux recevant des efforts d'arrachement ou des efforts horizontaux notables ou traversant des sols mous devront être armés en conséquence.

Afin d'éviter la prise en compte d'un effet de groupe pour les pieux, on respectera une distance entraxe supérieure à trois fois le diamètre du plus gros pieu utilisé.

Compte tenu des fortes épaisseurs de remblais rencontrés et de la démolition des bâtiments existants, on prévoira la réalisation possible d'avant-trous à la pelle mécanique muni d'un brise roche hydraulique afin de s'affranchir des éventuels remblais indurés de surface (présence possible d'anciennes fondations appartenant aux constructions démolies) pouvant être rencontrées dans les horizons de surface. Dans ce cas, on prévoira le comblement de ces avant-trous avec un matériau sablo-graveleux soigneusement compacté avant la foration.

Il conviendra de prendre en compte les risques de remaniement, d'instabilité et d'éboulement des parois de forage, notamment dans les forages non tubés.

D.2. Plancher bas

Au regard de notre connaissance actuelle du contexte hydrogéologique du site (présence de la nappe entre 2,34 NGF et 2,81 NGF d'après les relevés piézométriques du 06/09/21 et 20/09/21, soit à moins d'1 mètre sous le niveau bas du projet, pris par défaut à 3,5 NGF et de l'enquête documentaire indiquant une inondation possible des sous-sols), nous ne pouvons pas exclure totalement que le futur parking enterré soit l'objet d'inondations plus ou moins fréquentes perturbant la vocation de ce sous-sol durant toute la vie de l'ouvrage.

En conséquence et en attendant les résultats de l'étude hydrogéologique actuellement en cours, nous recommandons de porter le plancher bas par les fondations. Ce système permettra de réaliser un cuvelage étanche et de résister aux sous-pressions dues à la poussée d'Archimède. En première approche et en attendant les résultats de l'étude hydrogéologique, nous recommandons de réaliser un cuvelage jusqu'au niveau du RDC du projet.

L'étude hydrogéologique permettra de préciser les niveaux caractéristiques de la nappe (niveaux des Hautes Eaux et Basses Eaux) afin de statuer sur la faisabilité d'un dallage sur terre-plein et au besoin de définir les hauteurs de cuvelage à réaliser.

D.3. Terrassements généraux – Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Après démolition des bâtiments existants et purge de leurs fondations et pour un niveau de fond de fouille proche de la cote +3,5 NGF, les terrassements seront réalisés dans des remblais hétérogènes sablo-graveleux à argilo-caillouteux contenant des débris de construction et dans des sables et graviers. Ils devraient donc pouvoir être réalisés avec des moyens de terrassements classiques et nécessiter éventuellement localement d'engins spécifiques dans la cas de rencontre d'éléments enterrés, vestiges d'anciennes constructions.

La tenue des parois de la fouille sera a priori médiocre dans les remblais étant donné sa potentielle hétérogénéité et sa granulométrie élevée et également médiocre dans les sables et graviers. A proximité d'existant (voiries et bâtiments mitoyens), il sera donc nécessaire de blinder ou de soutenir les parois de la fouille pendant la durée du chantier. Il pourra s'agir d'un blindage ou soutènement de type parois berlinoises, parisiennes,…. **Ces techniques ne pourront être mise en œuvre que dans le cas d'absence de nappe**. En outre, il sera impératif de veiller à ne pas déstabiliser les éventuelles fondations des ouvrages mitoyen à l'ouest ; au besoin, ceci devra faire l'objet d'une étude complémentaire de type G2PRO (ou G3 à la charge de l'entreprise). Les soutènements mis en œuvre devront avoir pour objectif de réduire au maximum le risque de déplacement et de désordres sur les ouvrages existants mitoyens.

Hors mitoyenneté et après un éventuel rabattement de la nappe, nous conseillons d'opter pour une pente de talutage de 1V/2H étant donné la nature majoritairement sablo-graveleuse des matériaux rencontrés.

Le fond de fouille est constitué de matériaux majoritairement sablo-graveleux mais pouvant posséder des matériaux fins argileux sensibles à l'eau. La portance du fond de fouille pourra donc baisser sensiblement en cas d'humidification excessive par manque de protection vis-à-vis des intempéries ou de remontées de la nappe. Il conviendra donc de mettre en œuvre un cloutage en matériaux d'apports insensibles à l'eau afin de permettre sa circulation par des engins.

Au vu des niveaux de nappe mesurés dans les piézomètres (entre 2,34 NGF et 2,81 NGF les 06/09/21 et 20/09/21), des terrassements en déblai jusqu'à la cote 3,5 NGF ne devrait pas recouper la nappe phréatique. **Ce point sera à vérifier par le suivi piézométrique et les résultats de l'étude hydrogéologique actuellement en cours.**

En effet, si les terrassements intéressent la nappe, des dispositions spécifiques pourraient être nécessaires. Dans ce cas, des solutions de drainage, de rabattement de nappe par pointes filtrantes ou puits filtrants ou de pompage en fond de fouille s'avéreront nécessaires. Ces dispositifs seront adaptés et contrôlés pour s'assurer de l'absence de départ de fines (risque d'entrainement de matériaux et de déchaussement des existants). Nous attirons l'attention sur le fait qu'un rabattement de nappe pourra avoir pour conséquence d'engendrer une augmentation de la contrainte effective du sol et ainsi créer des tassements parasites sous les existants mitoyens.

Compte tenu de ces possibles contraintes d'exécution, nous recommandons très fortement de réaliser les travaux en période sèche de sorte à se prémunir des possibles remontées de la nappe.

La réalisation de technique de type voile par passes ne semble pas envisageable étant donné le système de fondations retenu dans le présent rapport (fondations profondes par pieux), du caractère boulant des sols (majoritairement sables et graviers) et de la gestion possible de la nappe selon ses fluctuations.

Le présent rapport conclut la phase AVP de la mission d'étude géotechnique G2 confiée à FONDASOL.

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

Selon la norme NF P94-500, cette phase est insuffisante pour consulter les entreprises ; elle doit être suivie des phases PRO de prédimensionnement des ouvrages géotechniques, et ACT visant notamment à vérifier avant l'envoi du DCE aux entreprises, que les préconisations de l'étude G2 sont bien prises en compte dans les paragraphes du CCTP relatifs aux ouvrages géotechniques.

Il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

FONDASOL est à la disposition du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre pour réaliser les missions d'étude G2 phase PRO et la mission G4.

ANNEXES

1. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

1. Formation du Contrat
Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.
Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

2. Entrée en vigueur
Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du Contrat.

3. Prix
Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant le dernier indice publié à la date d'émission du devis.
Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.
Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profondeurs, mètres linéaires, nombre d'essais, etc) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

4. Obligations générales du Client
4.1 Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.
4.2 Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnait et accepte expressément.
La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.
4.3 Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :
- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;
- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;
- fournir, conformément aux articles R.554-1 et suivants du même chapitre du code de l'environnement, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaitre l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

4.4 La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

5. Obligations générales du Prestataire
Le Prestataire devra :
- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;
- Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.
En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain diffèrent des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

6. Délais de réalisation
À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution données dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

- Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

7. Formalités, autorisations et accès, obligations d'information, dégâts aux ouvrages et cultures
À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou règlementaires non transférable par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'historique du site et à la pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non-

consécutif, résultant des évènements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire.
Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et /ou les réparations font partie des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

8. Implantation, nivellement des sondages
À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais.

9. Hydrogéologie - Géotechnique
9.1 Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).
9.2 L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment à titre d'exemple glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.
9.3 L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des Prestations de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Pollution - dépollution
Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maitrise d'œuvre ou la maitrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaire au transport, au traitements et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.
Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs.
Les missions d'assistance à maitrise d'œuvre ou de maitrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client
Sauf disposition contraire du Contrat et sous réserve des présentes conditions générales, la remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site du Client est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document fourni dans le cadre des Prestations doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. A défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. A défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties pourront mettre en œuvre le processus de règlement des litiges tel que défini au Contrat. A défaut de mise en œuvre de ce processus, le rapport sera considéré comme approuvé définitivement trois mois après la date de sa remise initiale au Client.

12. Réserve de propriété, confidentialité
Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

13. Propriété Intellectuelle
Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné.
En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « *source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJ/MM/AAAA* » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

14. Modifications du contenu des Prestations en cours de réalisation
La nature des Prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le Client et ceux recueillis lors de l'établissement du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, en sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

15. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport
Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maitre d'ouvrage, constructeur ou maitre d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révélé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

16. Force Majeure
Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force majeure. La Force Majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force Majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeures affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.
Tout événement de Force Majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force Majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.
Quand l'événement de Force Majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force Majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie
Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations.
Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e).
En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.
En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.
En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.
Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.
Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

18. Suspension
L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :
(i) En cas d'Imprévus,
(ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
(iii) En cas de Force Majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.
Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

19. Résiliation
Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.
19.1 Résiliation pour manquement
Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.
19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée
Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.
19.3 Indemnisation pour résiliation
En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :
(i) Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
(ii) Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
(iii) les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
(iv) un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.
En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.
19.4 Effets de la résiliation
La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

20. Répartition des risques, responsabilités
20.1 Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte-tenu de sa compétence. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.
20.2 Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution de ses Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. A ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements, que ceux-ci soient considérés directs ou non.
20.3 Le Prestataire sera garanti et indemnisé en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

21. Assurances
Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire**. Il est expressément convenu que le Client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, le Client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. A défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).
Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

22. Changement de lois
Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

23. Interprétation, langue
En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation
Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

25. Divisibilité
Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

26. Litiges - Attribution de juridiction
LE PRESENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITE, SON INTERPRETATION, SON EXISTENCE, SA REALISATION, DEFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RESILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.
À DEFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DELAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ETAT D'UN DIFFEREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RESOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPETENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT REGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

2. ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchainement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		**Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)**		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	**Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)**		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	**Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)**		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (*choix constructifs*)
	PRO	**Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)**		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (*choix constructifs*)
	DCE/ACT	**Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT**		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	**Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude** *(en interaction avec la phase suivi)*	**Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution** (*en interaction avec la phase supervision du suivi*)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (*réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience*)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	**Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi** *(en interaction avec la Phase Étude)*	**Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution** (*en interaction avec la phase Supervision de l'étude*)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	**Diagnostic géotechnique (G5)**		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

3. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

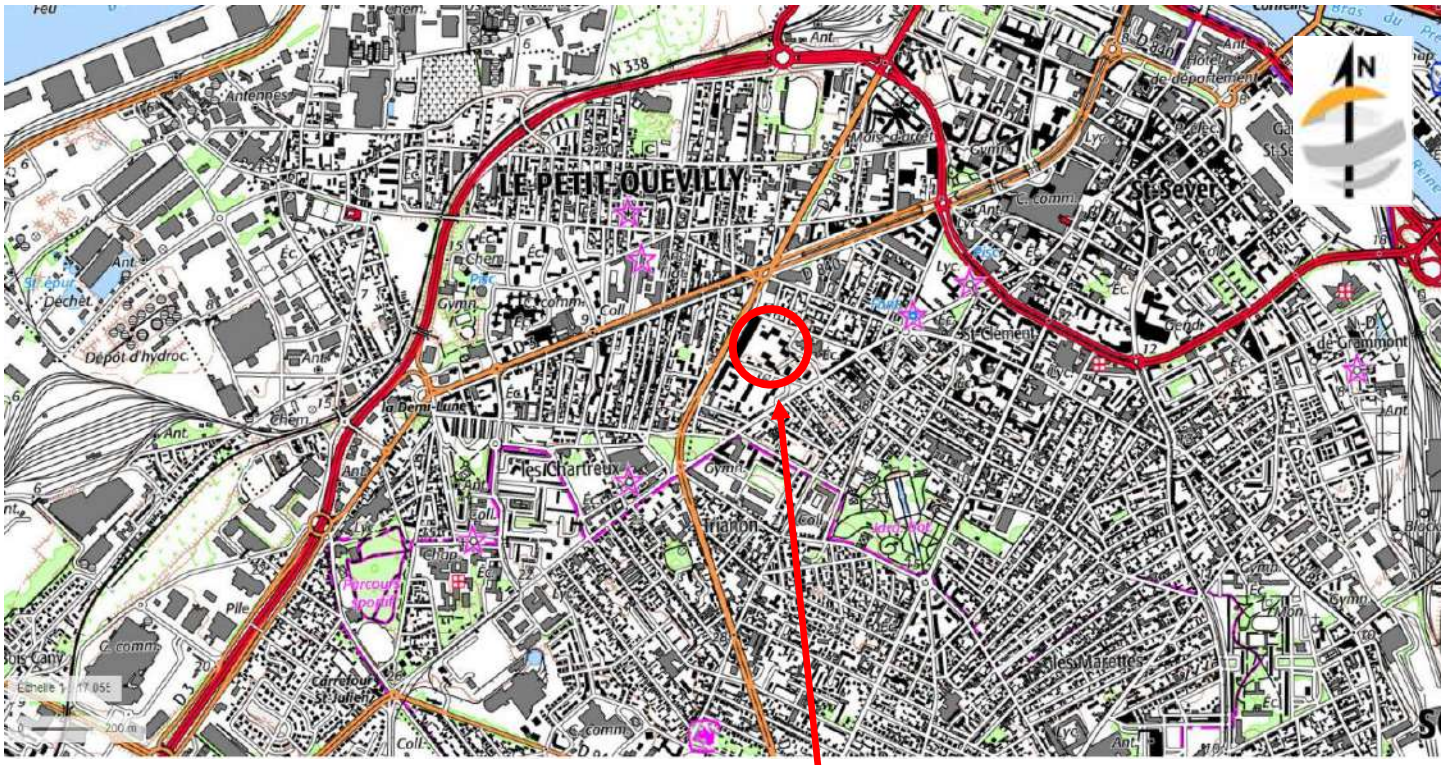
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

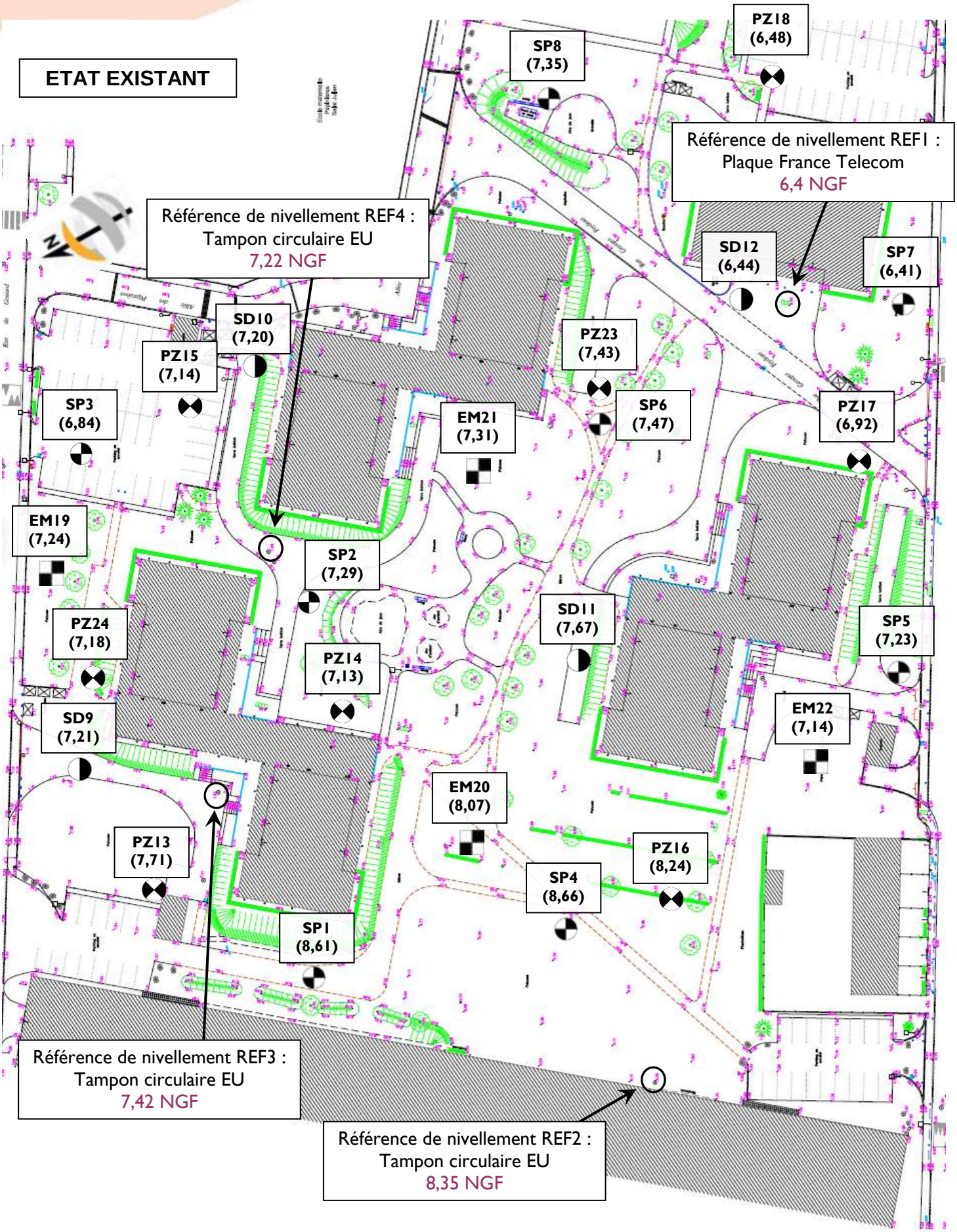
Février 2014

4. PLAN DE SITUATION



PROJET

5. PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES




ETAT PROJETE
N
PZ18
(6,48)
SP8
(7,35)
atelier vélo / tiers lieux
R+7
LOT C
SD12
(6,44)
SP7
(6,41)
SD10
(7,20)
PZ15
(7,14)
SP3
(6,84)
restaurant
PZ23
(7,43)
EM21
(7,31)
SP6
(7,47)
PZ17
(6,92)
EM19
(7,24)
SP2
(7,29)
LOT A
PZ24
(7,18)
PZ14
(7,13)
SD9
(7,21)
SD11
(7,67)
LOT B
SP5
(7,23)
EM22
(7,14)
EM20
(8,07)
PZ13
(7,71)
SP1
(8,61)
SP4
(8,66)
PZ16
(8,24)

6. RESULTATS DES SONDAGES

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

SP1	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+8,61 m (NGF)	25,5 m	0,0°	GEO205.4	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

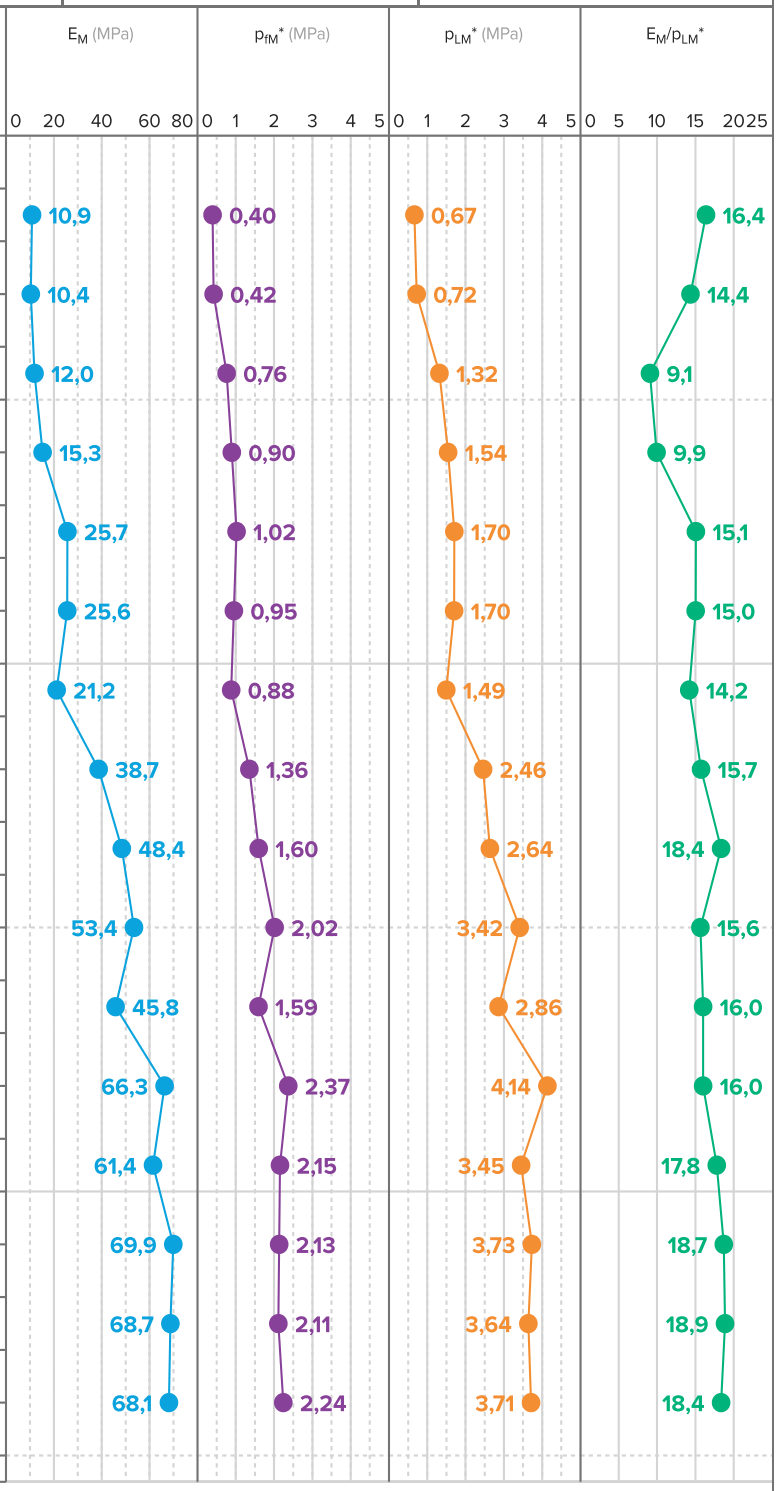
Données	Type	Début	Fin
PMT-SP1	Pressiomètre	15/09/2021	17/09/2021

Elévation	Description
8,11	Béton gris 0,1 m
	Remblais caillouto-sableux marron-gris 0,5 m
6,51	Remblais : Sable marron foncé 2,1 m
	Sable et graviers marron 4,3 m
4,31	Sable et graviers argileux marron clair 6,2 m
2,41	Sable et graviers argileux marron clair à veines argileuses rouges 9,7 m
-1,09	Craie blanche 25,5 m
-16,89	

Niveau d'eau: 5 m

Fluides: Bentonite 25,5 m

Outils: Taillant rotopercussion diam 64 mm 25,5 m



[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 17/09/21 à 5 m

www.soilcloud.fr

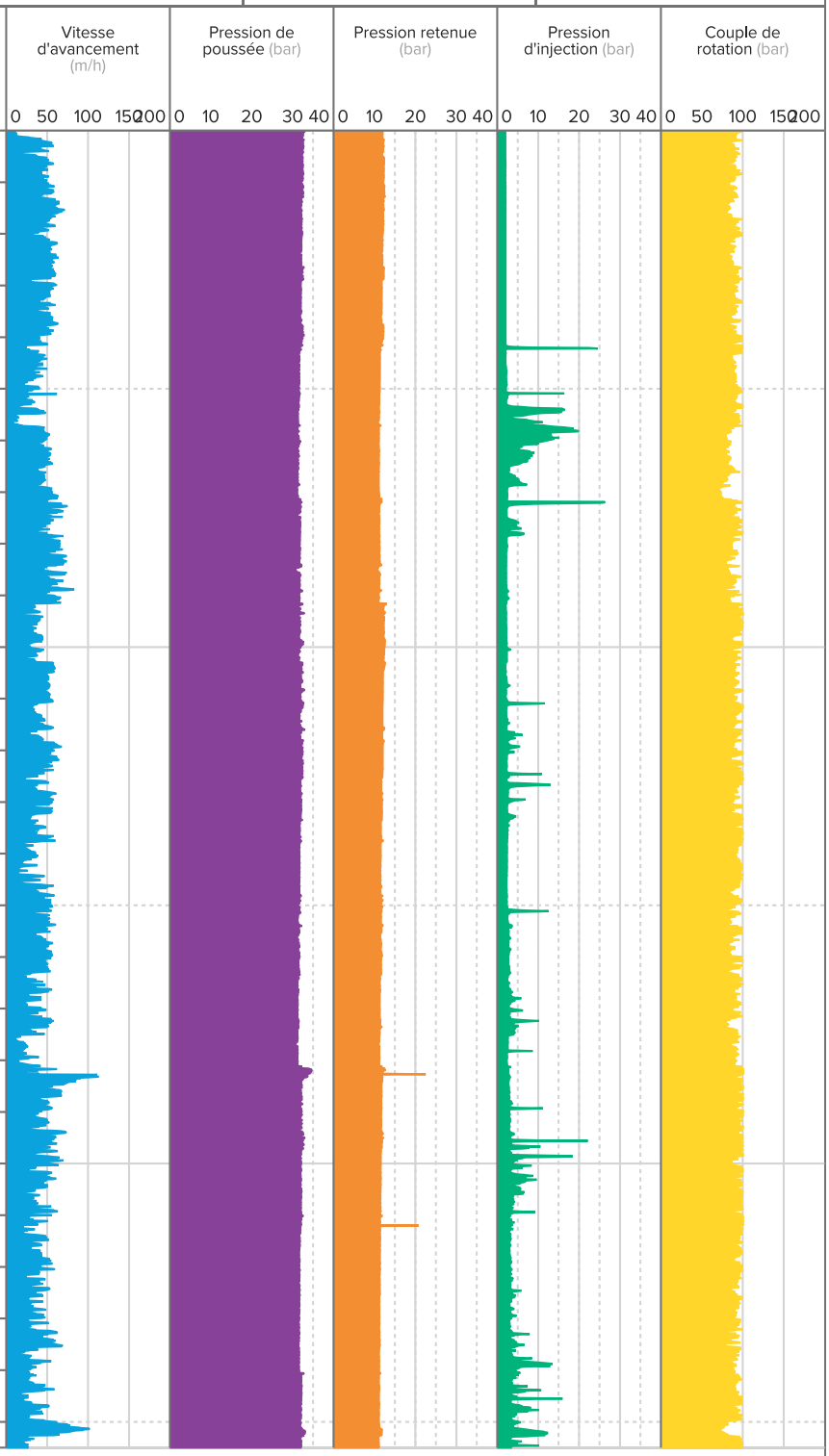
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

SP1	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+8,61 m (NGF)	25,5 m	0,0°	GEO205.4	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SP1	Paramètres destructifs	15/09/2021	17/09/2021

Elévation	Description	Fluides	Outils
8,11	Béton gris 0,1 m	Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64 mm
	Remblais caillouto-sableux marron-gris 0,5 m		
6,51	Remblais : Sable marron foncé 2,1 m		
	Sable et graviers marron 4,3 m		
4,31	Sable et graviers argileux marron clair 6,2 m		
2,41	Sable et graviers argileux marron clair à veines argileuses rouges 9,7 m		
-1,09	Craie blanche 25,5 m		
-16,89			



www.soilcloud.fr

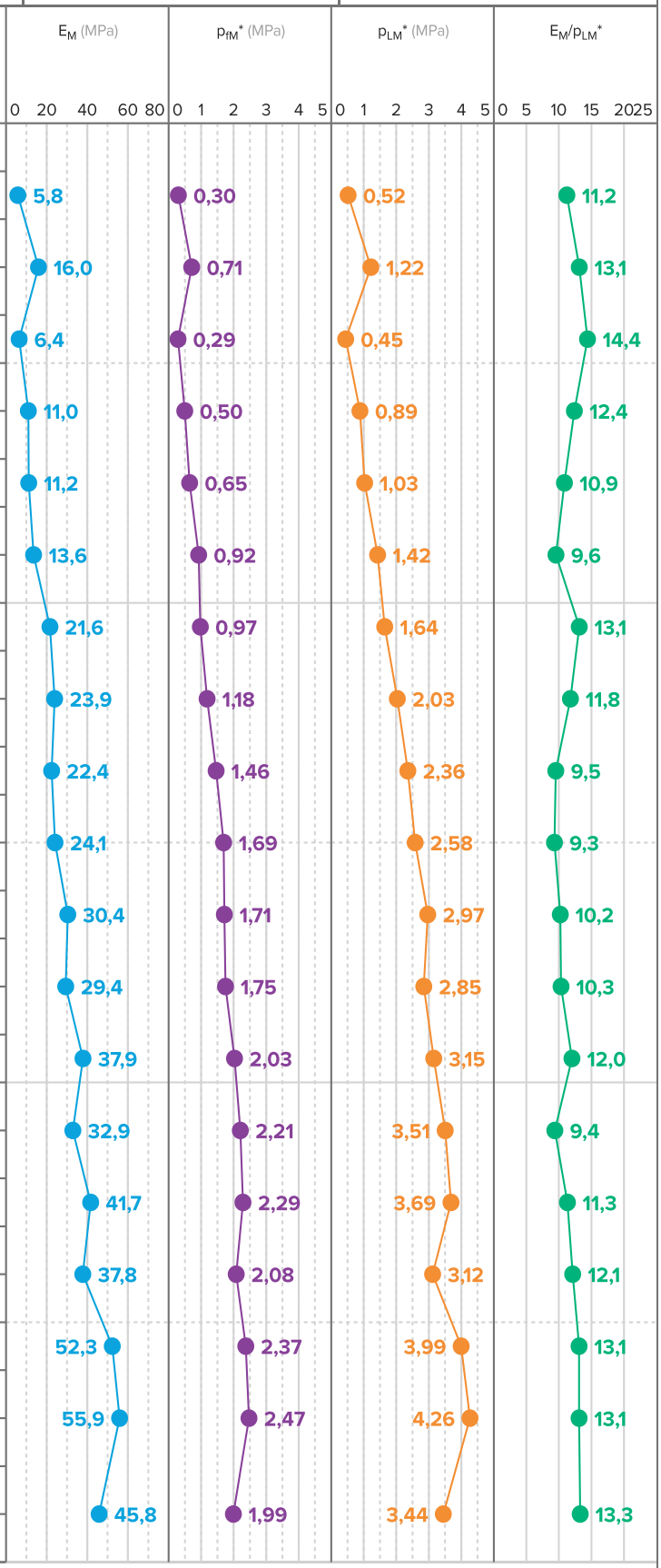
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

SP2	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,29 m (NGF)	30,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PMT-SP_2	Pressiomètre	10/09/2021	14/09/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage
7,29	0						
	1		Remblais caillouteux marron foncé				
	2						
	3		3,4 m				
3,89			Sables caillouto-argileux marron clair	1			
	4		4,9 m				
2,39	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						12 m
	12						
	13						
	14						
	15						
	16						
	17		Craie à silex beige clair				
	18						
	19						
	20						
	21						
	22						
	23						
	24						
	25						
	26						
	27						
	28						
	29		30 m		Bentonite 30 m	Taillant rotopercussion diam 64 mm 30 m	Roto-percussion diam 68-83 mm
-22,71	30						



[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 14/09/21 à 4 m

www.soilcloud.fr

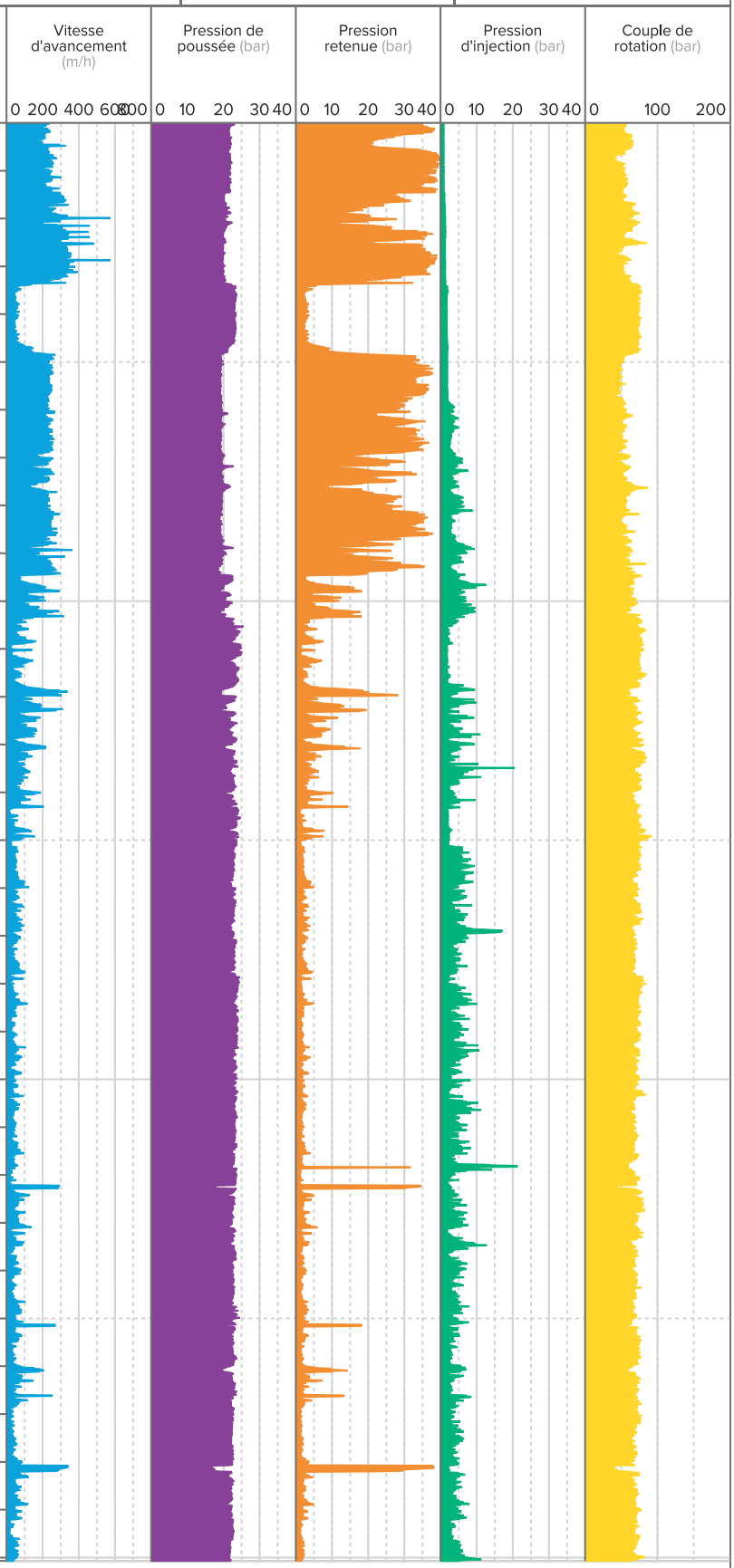
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

SP2	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,29 m (NGF)	30,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SP2	Paramètres destructifs	10/09/2021	14/09/2021

Elévation	Description	Fluides	Outils	Tubage
7,29	Remblais caillouteux marron foncé (0 – 3,4 m)	Bentonite (0 – 30 m)	Taillant rotopercussion diam 64 mm (0 – 30 m)	Roto-percussion diam 68-83 mm (0 – 12 m)
3,89	Sables caillouto-argileux marron clair (3,4 – 4,9 m)			
2,39	Craie à silex beige clair (4,9 – 30 m)			
-22,71				



www.soilcloud.fr

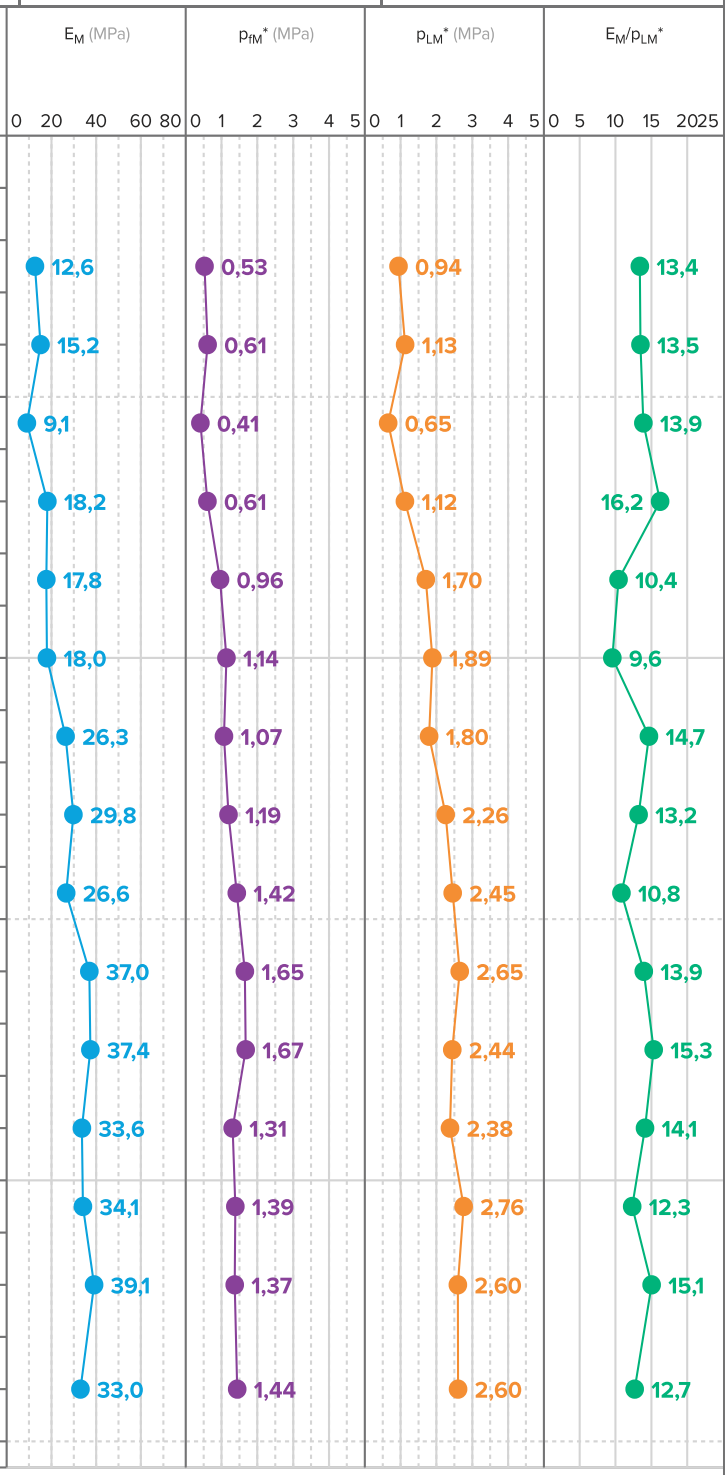
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

SP3	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+6,84 m (NGF)	25,5 m	0,0°	GEO205.4	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PMT-SP_3	Pressiomètre	09/09/2021	13/09/2021

Elévation	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage
6,64	Enrobé noir 0,1 m		Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64 mm	Rotation HQ diam 78-89 mm
	Remblais : Sables caillouteux jaune (couche de forme) 0,2 m				
4,54	Sables caillouteux marron clair 2,3 m				
	Sables graveleux marron clair 6 m	5,3 m			
0,84	Craie blanche				7,5 m
-18,66	25,5 m		25,5 m	25,5 m	



[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 13/09/21 à 5,3 m

www.soilcloud.fr

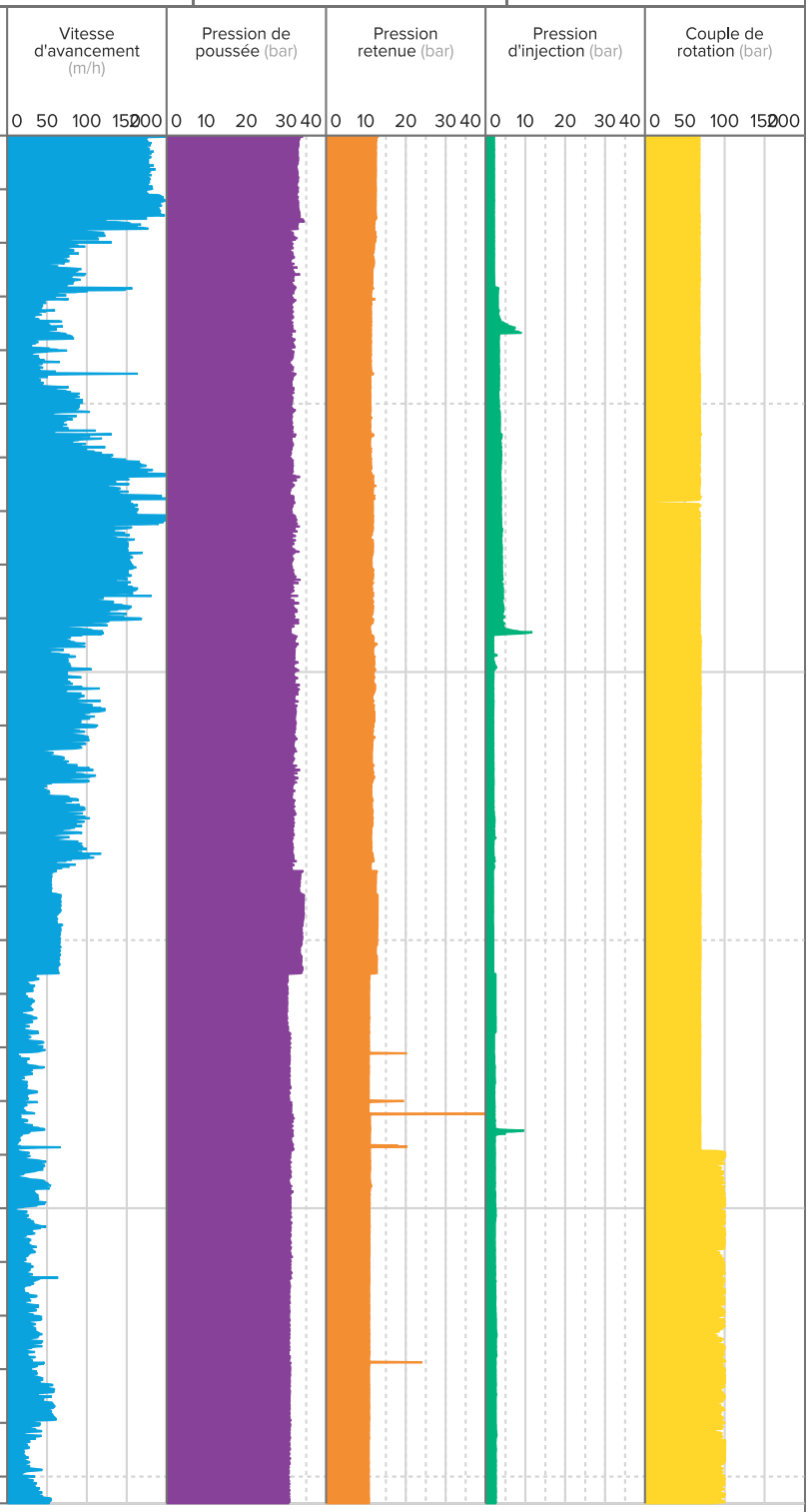
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

SP3	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+6,84 m (NGF)	25,5 m	0,0°	GEO205.4	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SP3	Paramètres destructifs	09/09/2021	13/09/2021

Elévation	Description	Fluides	Outils	Tubage
6,64	Enrobé noir 0,1 m	Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64 mm	Rotation HQ diam 78-89 mm
	Remblais : Sables caillouteux jaune (couche de forme) 0,2 m			
4,54	Sables caillouteux marron clair 2,3 m			
	Sables graveleux marron clair 6 m			
0,84	Craie blanche 25,5 m			7,5 m
-18,66				

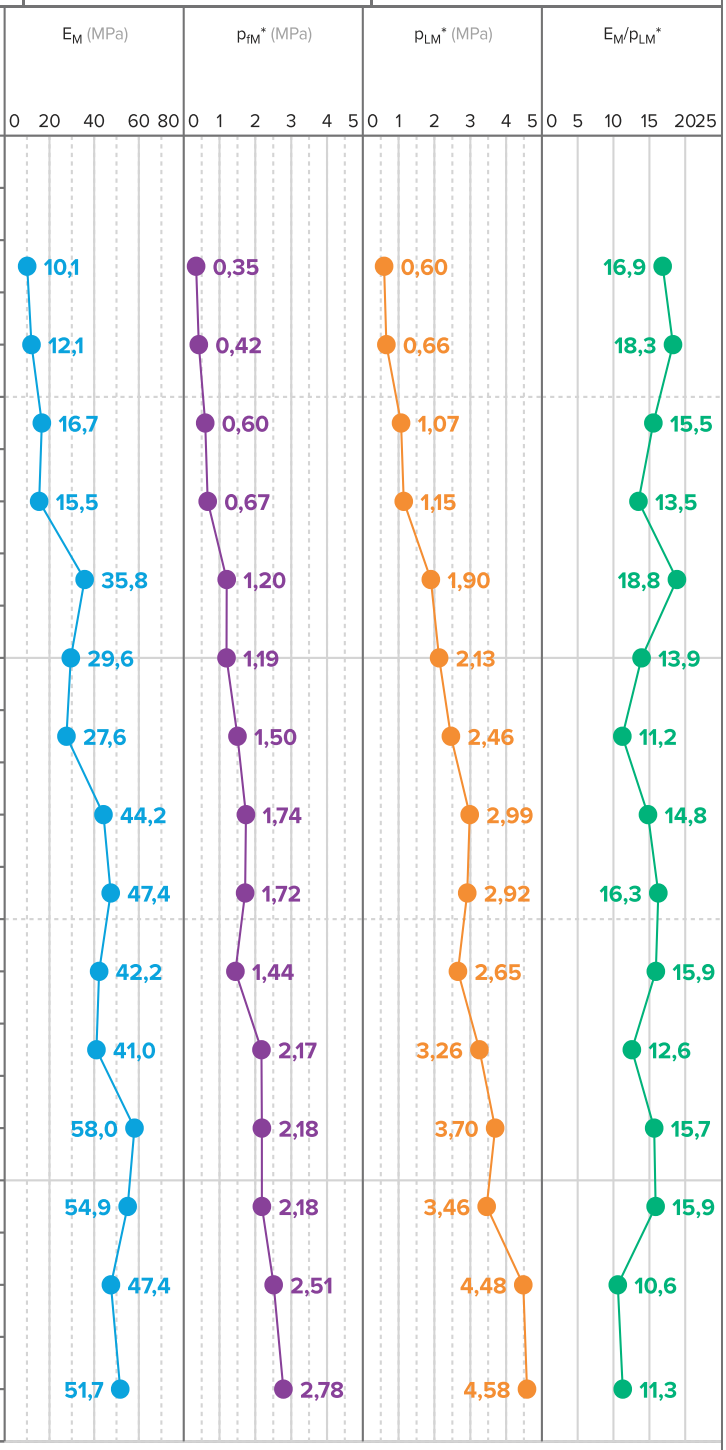


fondasol	Construction de 590 logements - ROUEN (76)	(N° Projet: PR.14GT.21.0111) ROUEN (76)

SP4	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+8,66 m (NGF)	25,0 m	0,0°	GEO205.4	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PMT-SP_4	Pressiomètre	14/09/2021	15/09/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage
8,26	0		Remblais sablo-caillouteux marron foncé surmonté de 5 cm de terre végétale 0,4 m		Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64 mm	Rotation HQ diam 78-89 mm 6 m
	1						
	2		Remblais : Sables graveleux marron foncé				
	3			3,6 m			
	4		4,6 m				
4,06	5						
	6		Craie beige clair				
	7						
	8		9 m				
-0,34	9						
	10						
	11						
	12						
	13						
	14						
	15						
	16		Craie blanche				
	17						
	18						
	19						
	20						
	21						
	22						
	23						
	24		25 m		25 m	25 m	
-16,34	25						



[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 15/09/21 à 3,6 m

www.soilcloud.fr

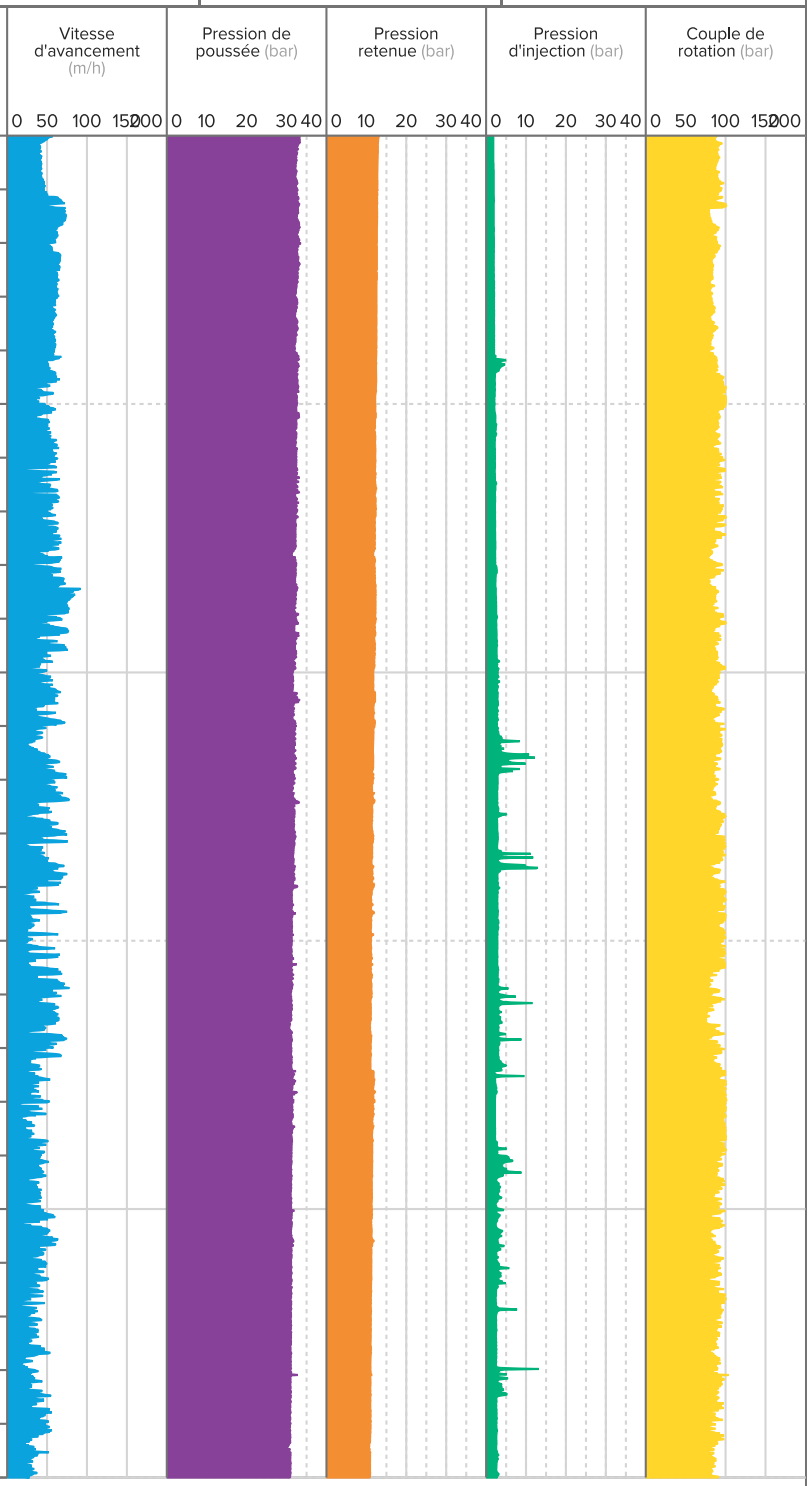
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

SP4	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+8,66 m (NGF)	25,0 m	0,0°	GEO205.4	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SP4	Paramètres destructifs	14/09/2021	15/09/2021

Elévation	Description	Fluides	Outils	Tubage
8,26	Remblais sablo-caillouteux marron foncé surmontant 5 cm de terre végétale 0,4 m	Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64 mm	Rotation HQ diam 78-89 mm 6 m
	Remblais : Sables graveleux marron foncé 4,6 m			
4,06	Craie beige clair 9 m			
-0,34	Craie blanche 25 m	25 m	25 m	
-16,34				



www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

SP5	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,23 m (NGF)	30,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PMT-SP_5	Pressiomètre	06/09/2021	08/09/2021

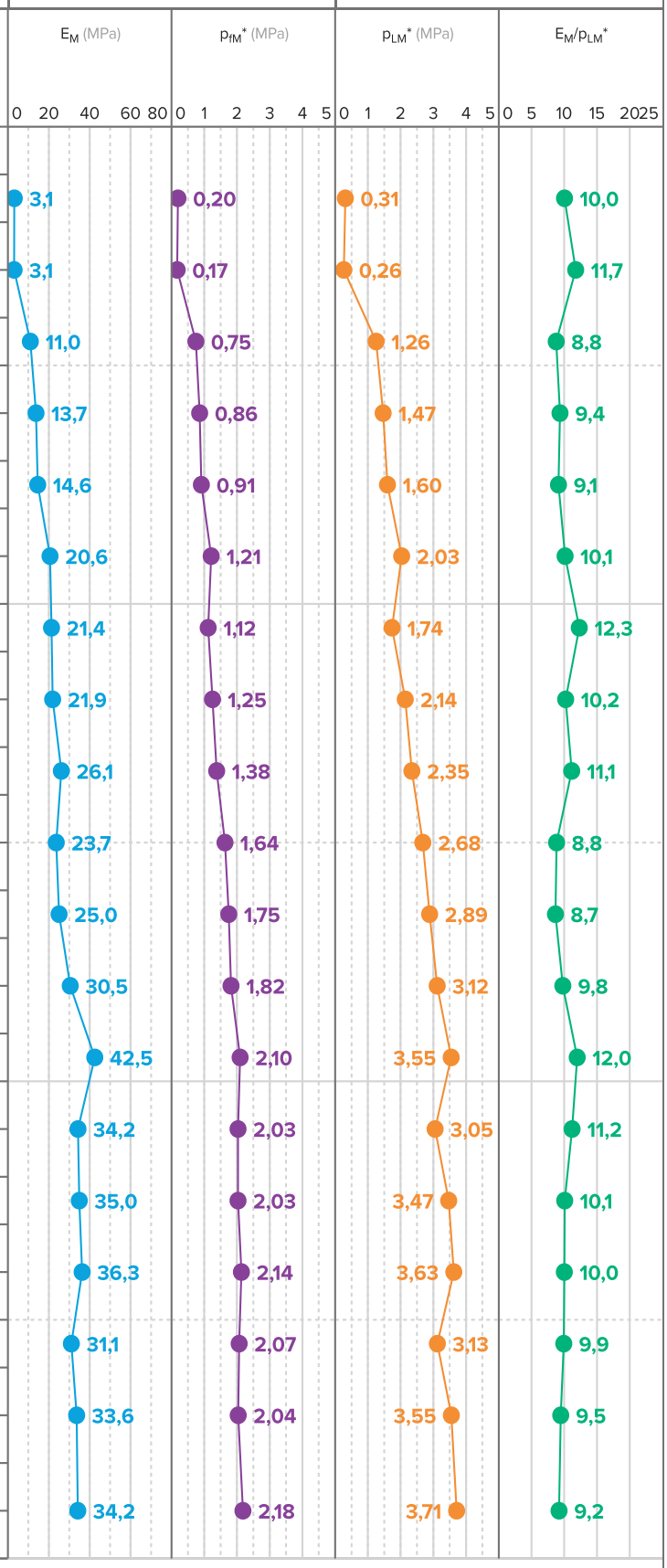
Elévation	Description
7,23	Remblais : Argiles sablo-caillouteuses marron foncé
3,2 m	
4,03	Sables caillouteux marron clair
5,7 m	
1,53	Craie blanche à silex
30 m	
-22,77	

Niveau d'eau : 3,6 m

Fluides : Bentonite (30 m)

Outils : Taillant rotopercussion diam 64 mm (30 m)

Tubage : Roto-percussion diam 68-83 mm (12 m)



[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 08/09/21 à 3,6 m

www.soilcloud.fr

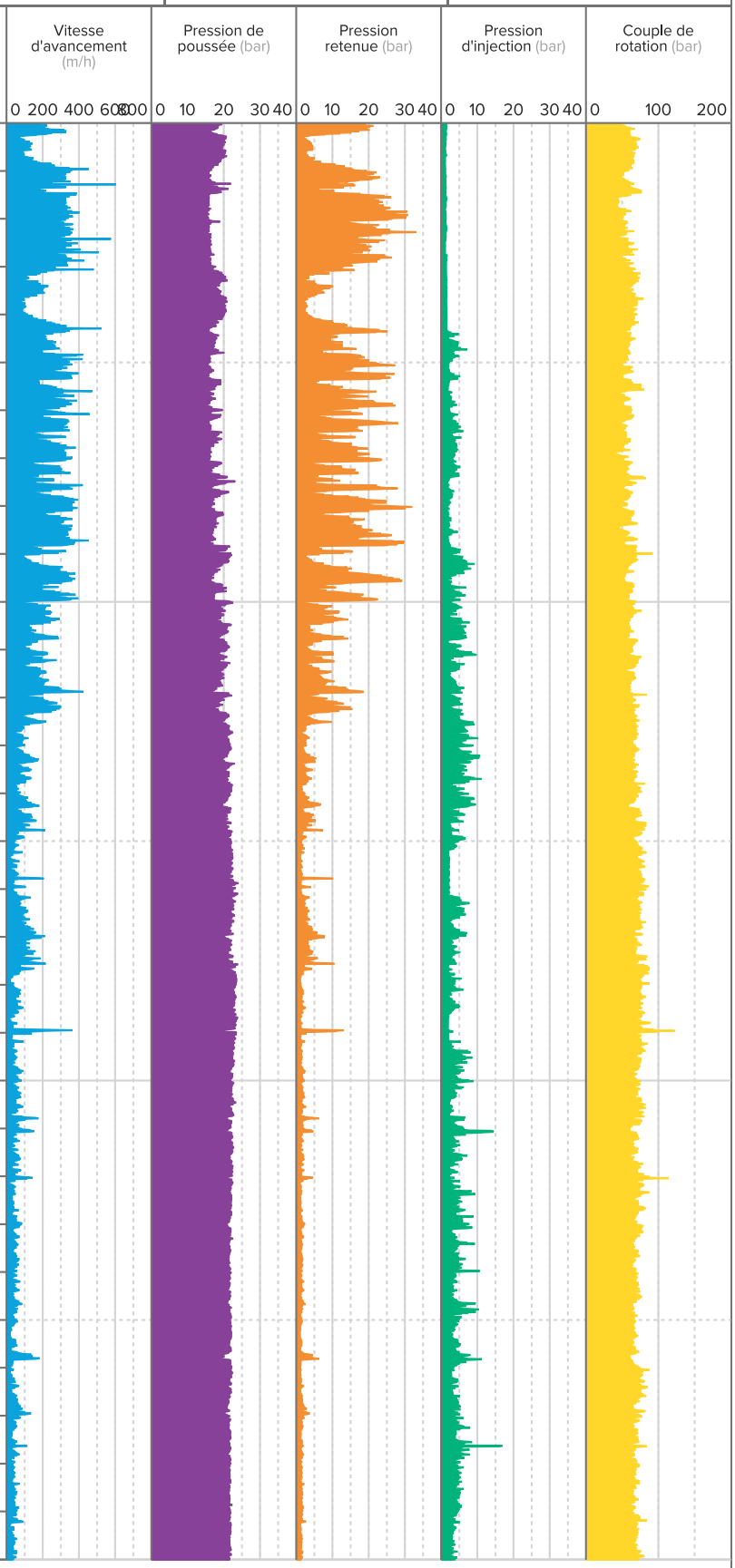
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

SP5	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,23 m (NGF)	30,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SP5	Paramètres destructifs	06/09/2021	08/09/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Fluides	Outils	Tubage	Prof.
7,23	0		Remblais : Argiles sablo-caillouteuses marron foncé	Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64 mm	Roto-percussion diam 68-83 mm	0
	1						1
	2						2
	3		3,2 m				3
4,03	4		Sables caillouteux marron clair				4
	5		5,7 m				5
1,53	6		Craie blanche à silex				6
	7						7
	8						8
	9						9
	10						10
	11					12 m	11
	12						12
	13						13
	14						14
	15						15
	16						16
	17						17
	18						18
	19						19
	20						20
	21						21
	22						22
	23						23
	24						24
	25						25
	26						26
	27						27
	28						28
	29		30 m	30 m	30 m		29
-22,77	30						30



www.soilcloud.fr

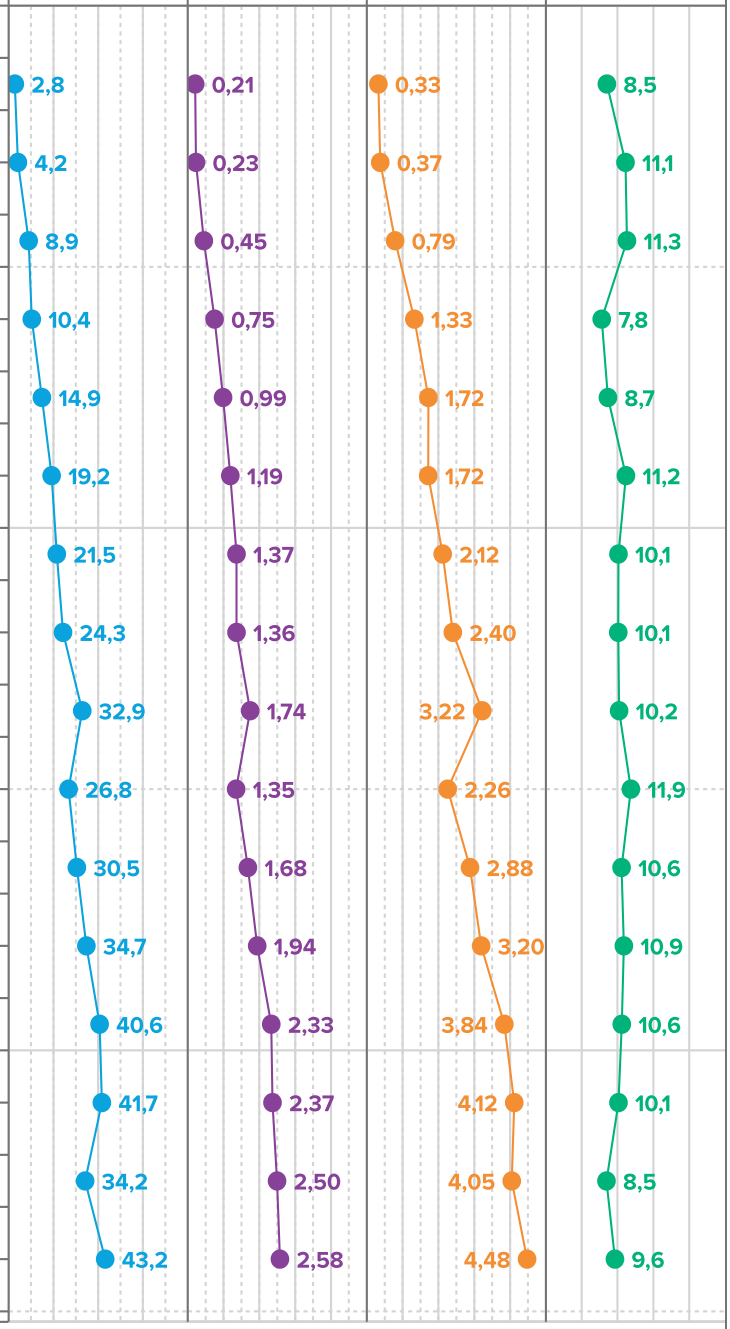
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

SP6	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,47 m (NGF)	25,2 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PMT-SP_6	Pressiomètre	08/09/2021	09/09/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage
7,47	0		Remblais : Argiles sablo-caillouteuses marron foncé 1,8 m				
5,67	2		Sables caillouteux et argileux marron clair 3,6 m	2,4 m [1]			
3,87	4		Craie beige à blanche à silex		Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64mm	Roto-percussion diam 68-83 mm 6 m
-17,73	25		25,2 m		25,2 m	25,2 m	



[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 09/09/21 à 2,4 m

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

SP6	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,47 m (NGF)	25,2 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

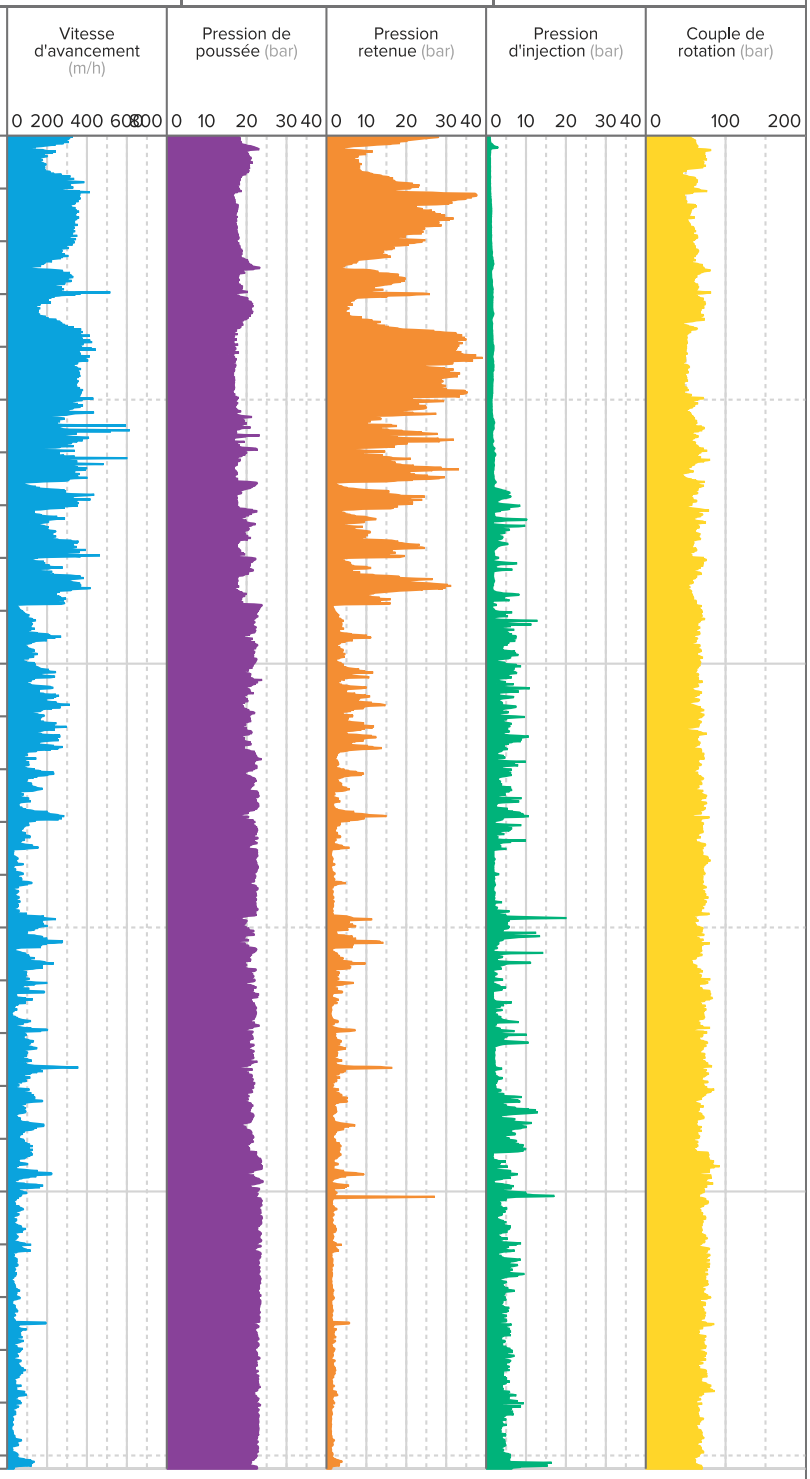
Données	Type	Début	Fin
DPR-SP6	Paramètres destructifs	08/09/2021	09/09/2021

Elévation	Description
7,47	Remblais : Argiles sablo-caillouteuses marron foncé 1,8 m
5,67	Sables caillouteux et argileux marron clair 3,6 m
3,87	Craie beige à blanche à silex
-17,73	25,2 m

Fluides : Bentonite (25,2 m)

Outils : Taillant rotopercussion diam 64mm (25,2 m)

Tubage : Roto-percussion diam 68-83 mm (6 m)



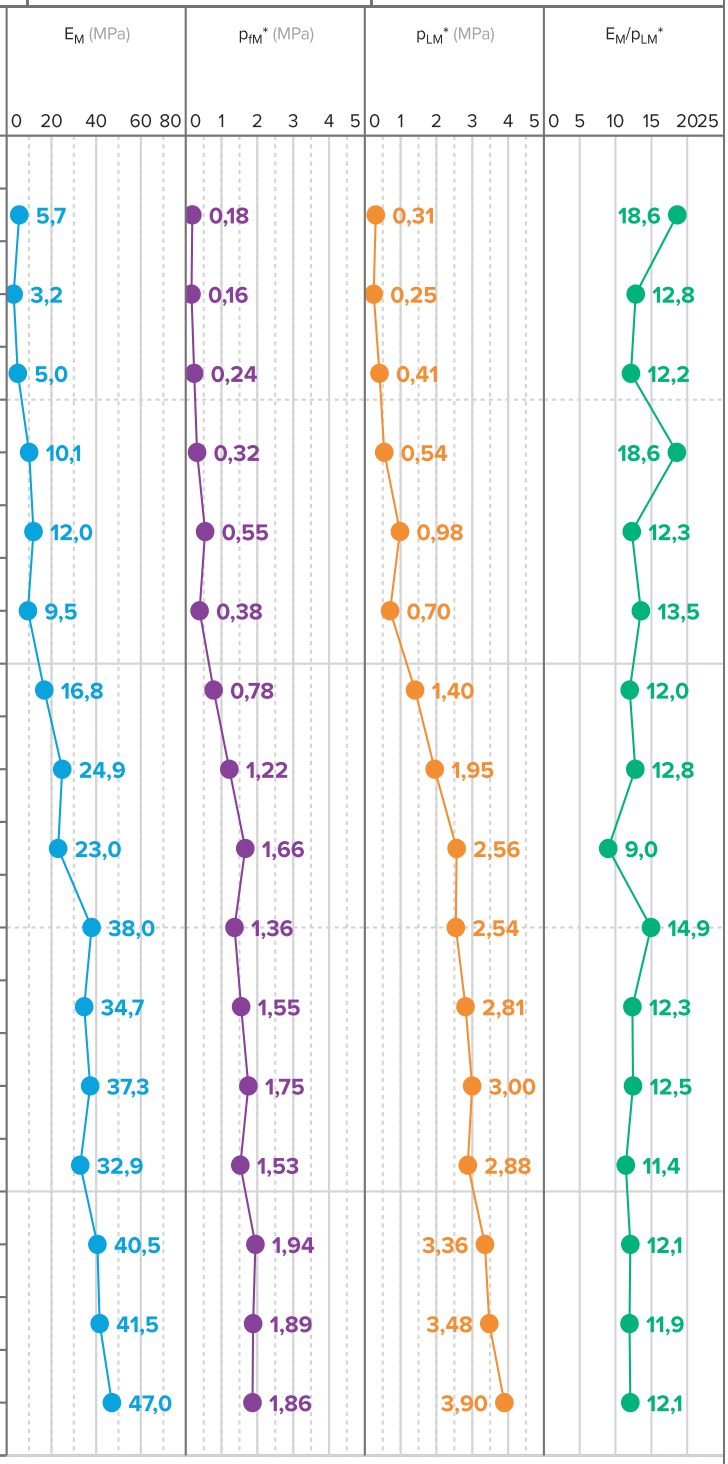
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

SP7	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+6,41 m (NGF)	25,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☑ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PMT-SP_7	Pressiomètre	31/08/2021	01/09/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage
6,21	0		Terre végétale marron foncé 0,2 m	Non mesuré	Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64 mm	Rotation HQ diam 78-89 mm
5,71	1		Remblais caillouto-sableux noirs 0,7 m				
	2		Remblais caillouto-sableux marron foncé à débris de brique 3,3 m				
3,11	3						
2,31	4		Sables graveleux marron clair 4,1 m				
	5						6 m
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
	13						
	14		Craie blanche				
	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						
	21						
	22						
	23						
	24						
			25 m		25 m	25 m	
-18,59	25						



www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

SP7	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+6,41 m (NGF)	25,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☑ Non mesuré ☐ Stabilisé

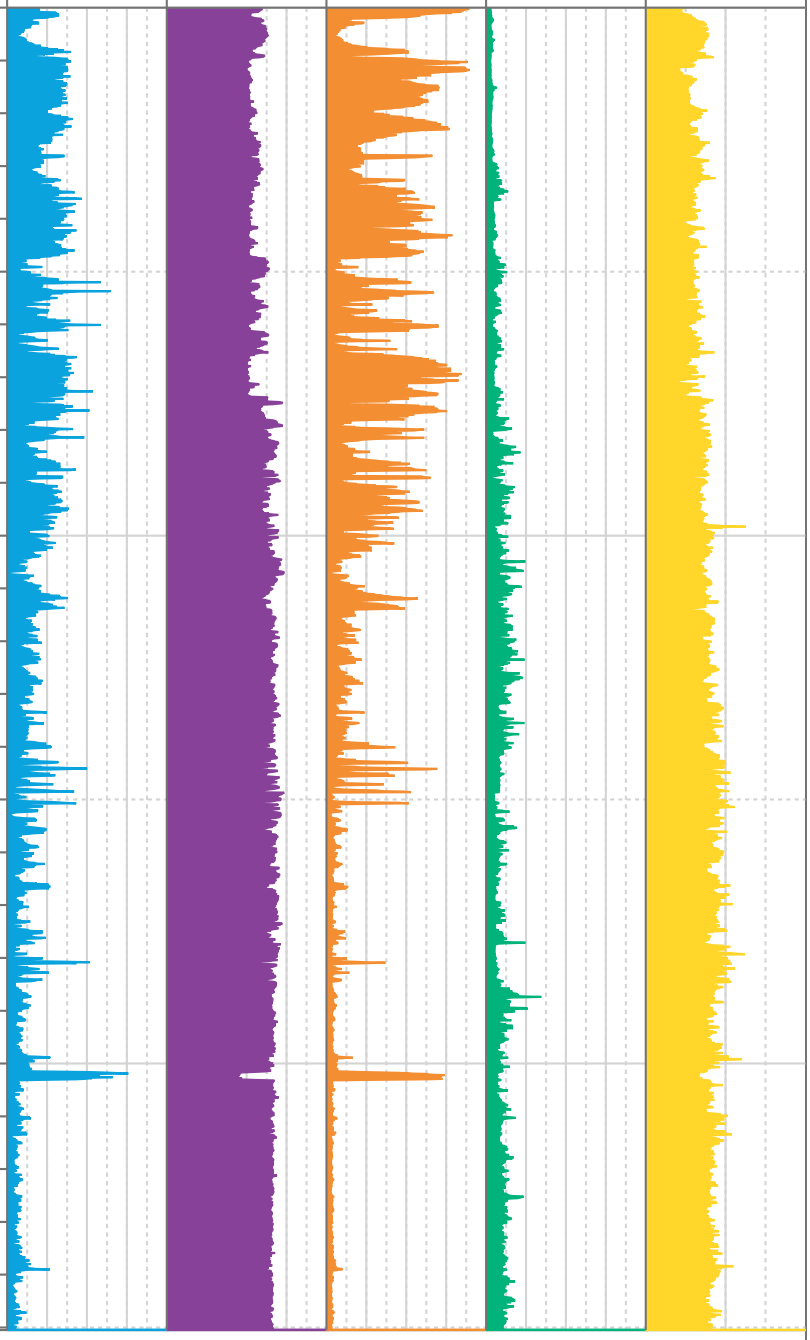
Données	Type	Début	Fin
DPR-SP7	Paramètres destructifs	31/08/2021	01/09/2021

Elévation	Description
6,21	Terre végétale marron foncé 0,2 m
5,71	Remblais caillouto-sableux noirs 0,7 m
3,11	Remblais caillouto-sableux marron foncé à débris de brique 3,3 m
2,31	Sables et graviers marron clair 4,1 m
	Craie blanche 25 m
-18,59	

Fluides: Bentonite 25 m

Outils: Taillant rotopercussion diam 64 mm 25 m

Tubage: Rotation HQ diam 78-89 mm 6 m



www.soilcloud.fr

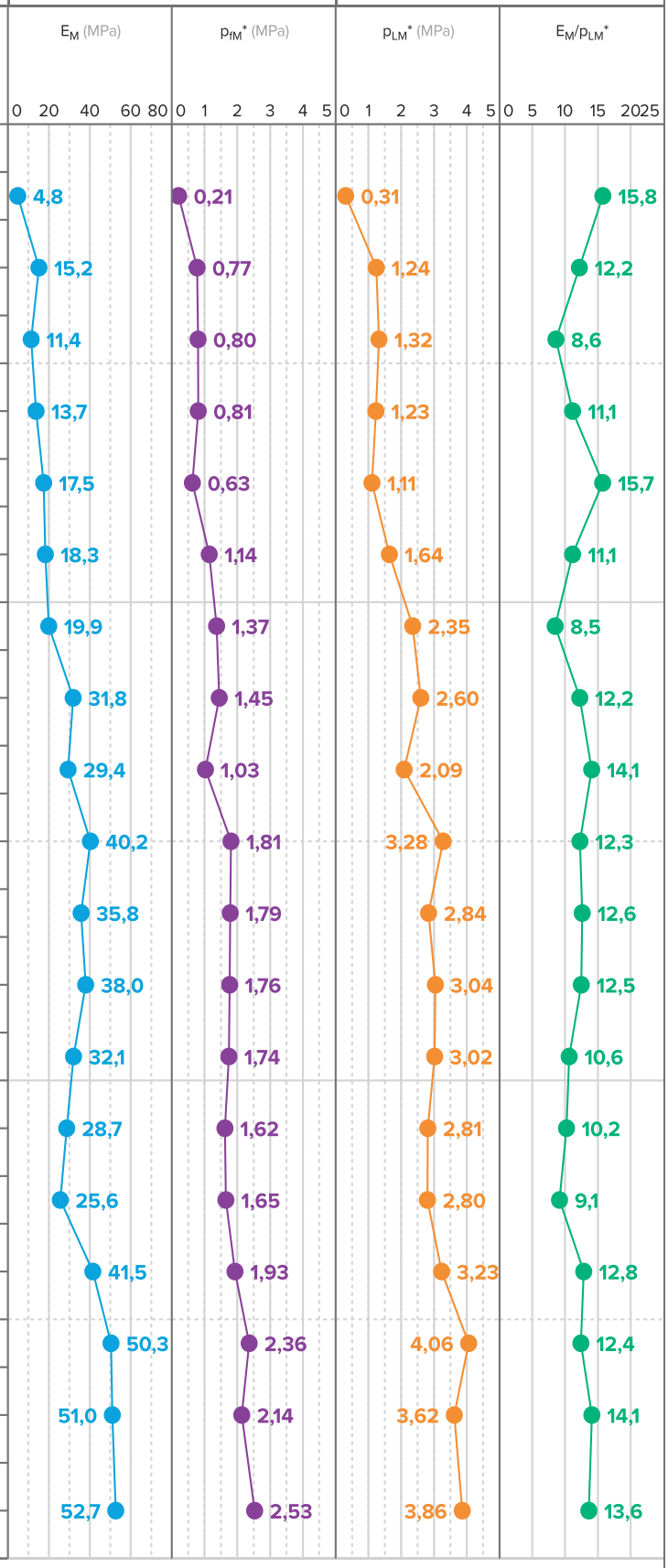
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

SP8	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,35 m (NGF)	30,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PMT-SP_8	Pressiomètre	26/08/2021	29/08/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage
7,35	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé		Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64 mm	Roto-percussion diam 68-83 mm
	2,8 m						
4,55	3		Sables caillouteux marron clair	3,3 m			
	4,7 m						
2,65	5		Craie blanche à silex				
	12 m						
	30 m				30 m	30 m	
-22,65	30						



[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 29/08/21 à 3,3 m

www.soilcloud.fr

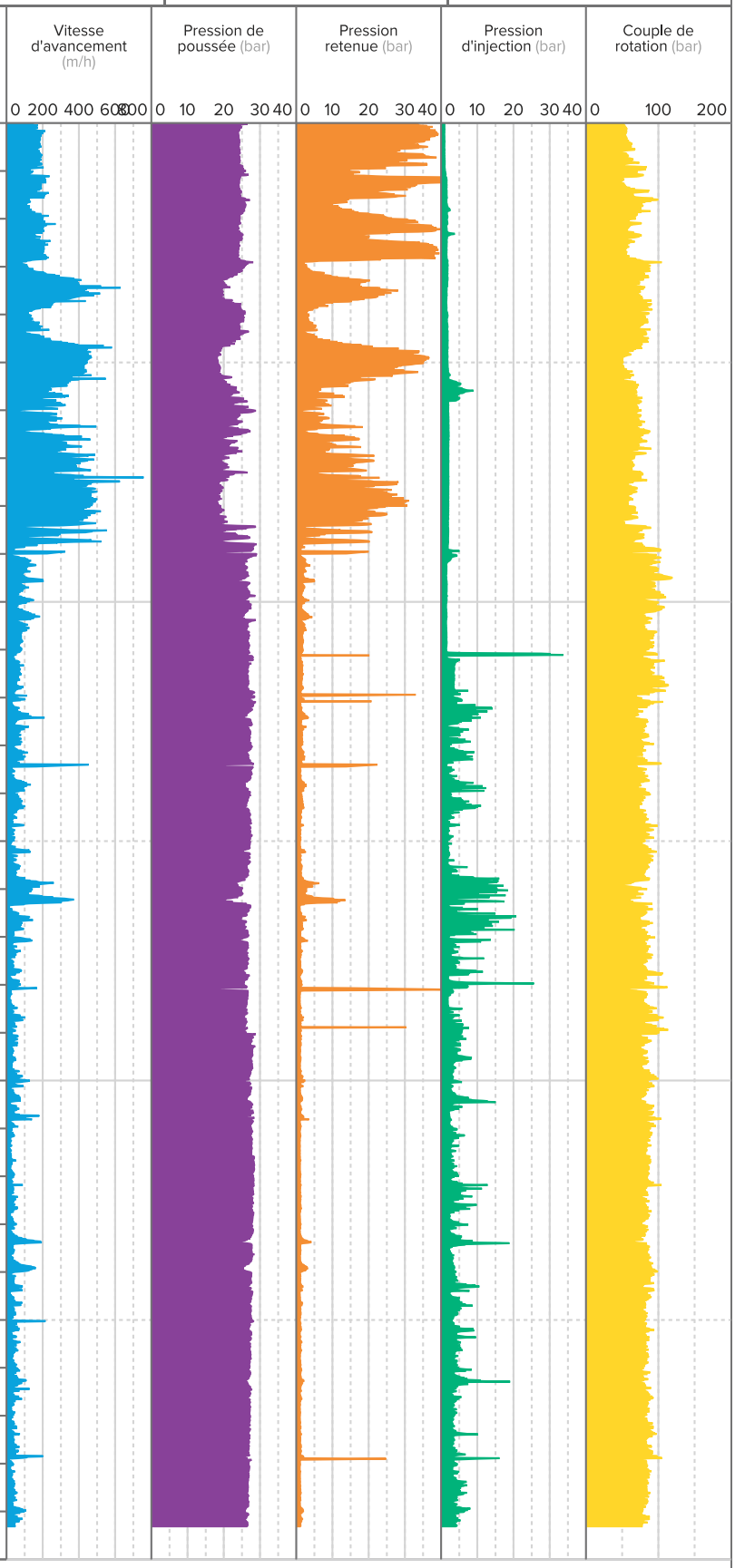
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

SP8	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,35 m (NGF)	30,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SP8	Paramètres destructifs	26/08/2021	29/08/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Fluides	Outils	Tubage	Prof.
7,35	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé	Bentonite	Taillant rotopercussion diam 64 mm	Roto-percussion diam 68-83 mm	0
	1						1
	2		2,8 m				2
4,55	3		Sables caillouteux marron clair				3
	4		4,7 m				4
2,65	5		Craie blanche à silex				5
	6						6
	7						7
	8						8
	9						9
	10						10
	11					12 m	11
	12						12
	13						13
	14						14
	15						15
	16						16
	17						17
	18						18
	19						19
	20						20
	21						21
	22						22
	23						23
	24						24
	25						25
	26						26
	27						27
	28						28
	29		30 m	30 m	30 m		29
-22,65	30						30



www.soilcloud.fr

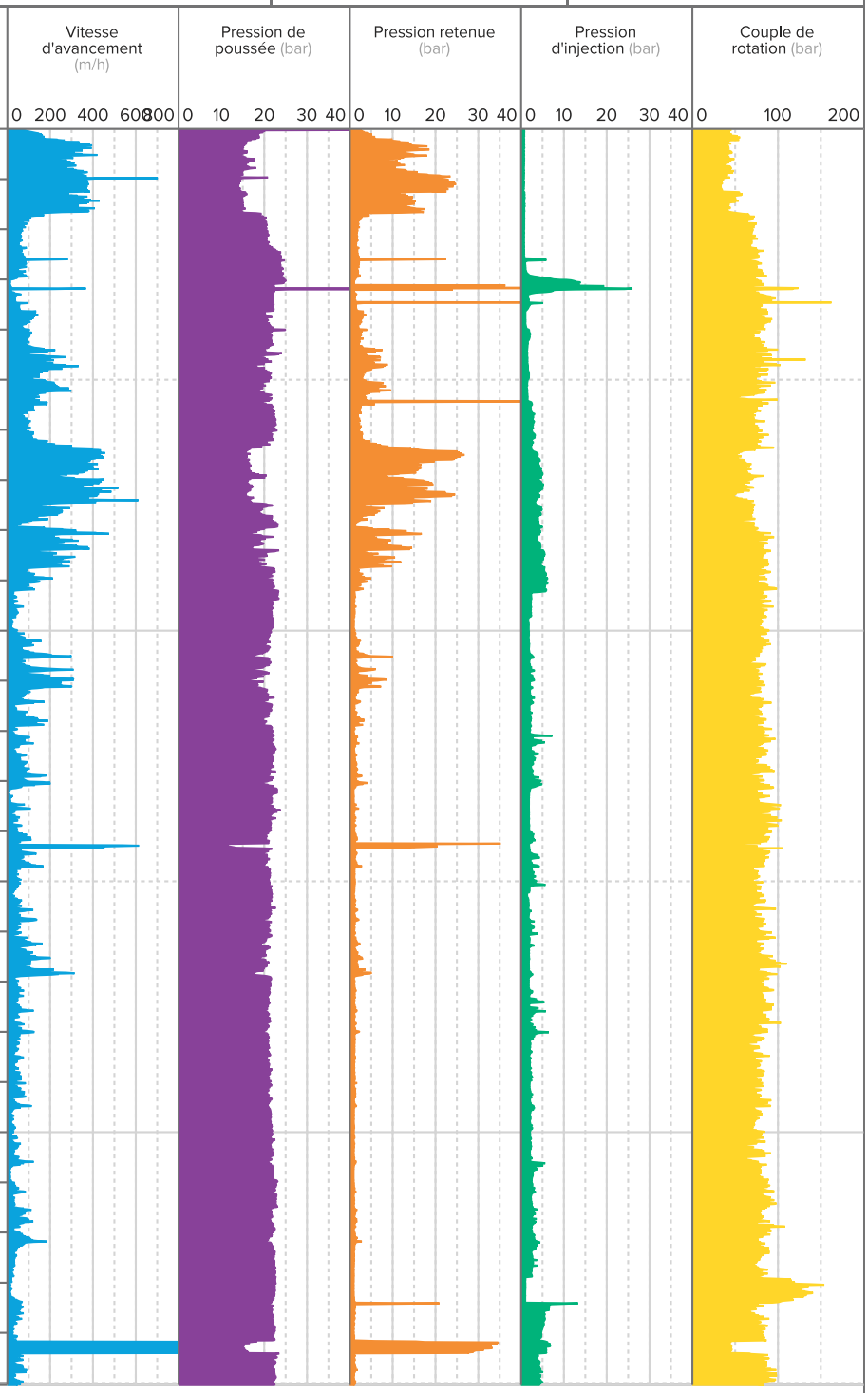
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

SD9	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,21 m (NGF)	25,04 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☑ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SD9	Paramètres destructifs	02/09/2021	02/09/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Outils	Prof.
7,21	0		Remblais sablo-graveleux marron foncé avec morceaux d'enrobé	Taillant rotopercussion diam 90 mm	0
	1		1,7 m		1
5,51	2		Sable et graviers marron clair		2
	3				3
	4				4
	5				5
	6		6,4 m		6
0,81	7		Craie blanche		7
	8				8
	9				9
	10				10
	11				11
	12				12
	13				13
	14				14
	15				15
	16				16
	17				17
	18				18
	19				19
	20				20
	21				21
	22				22
	23				23
	24		25 m	25 m	24
-17,79	25				25



www.soilcloud.fr

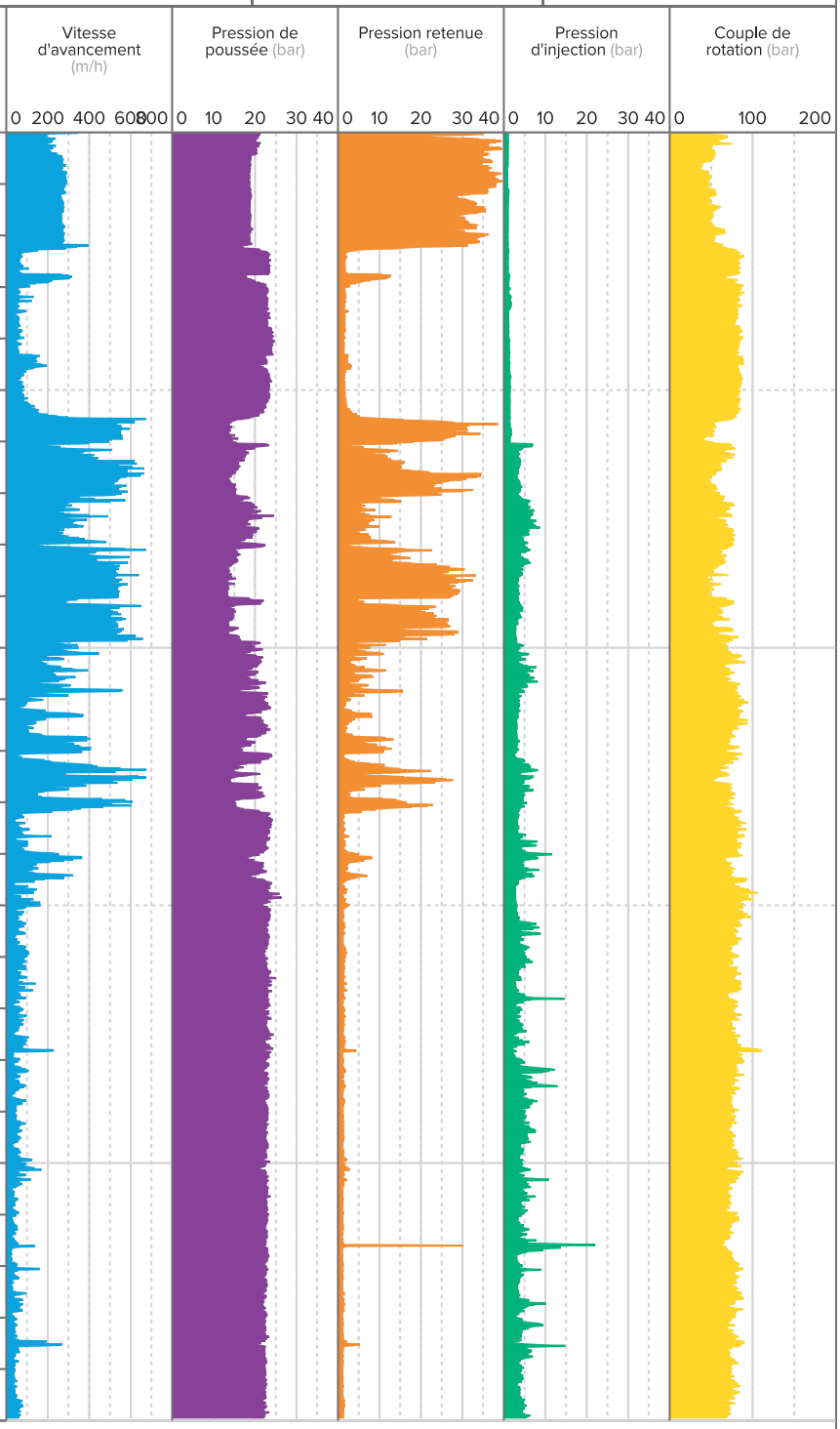
Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

SD10	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,2 m (NGF)	25,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SD10	Paramètres destructifs	14/09/2021	14/09/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Fluides	Outils	Prof.
7,2	0		Remblais : argiles sablo-graveleuses marron foncé à matières organiques	Eau	Taillant rotopercussion diam 89 mm	0
	1					1
			2,2 m			
5	2		Sables caillouteux marron clair			2
	3					3
	4					4
	5		5,5 m			5
1,7	6		Craie blanche à silex			6
	7					7
	8					8
	9					9
	10					10
	11					11
	12					12
	13					13
	14					14
	15					15
	16					16
	17					17
	18					18
	19					19
	20					20
	21					21
	22					22
	23					23
	24		25 m	25 m	25 m	24
-17,8	25					25



www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

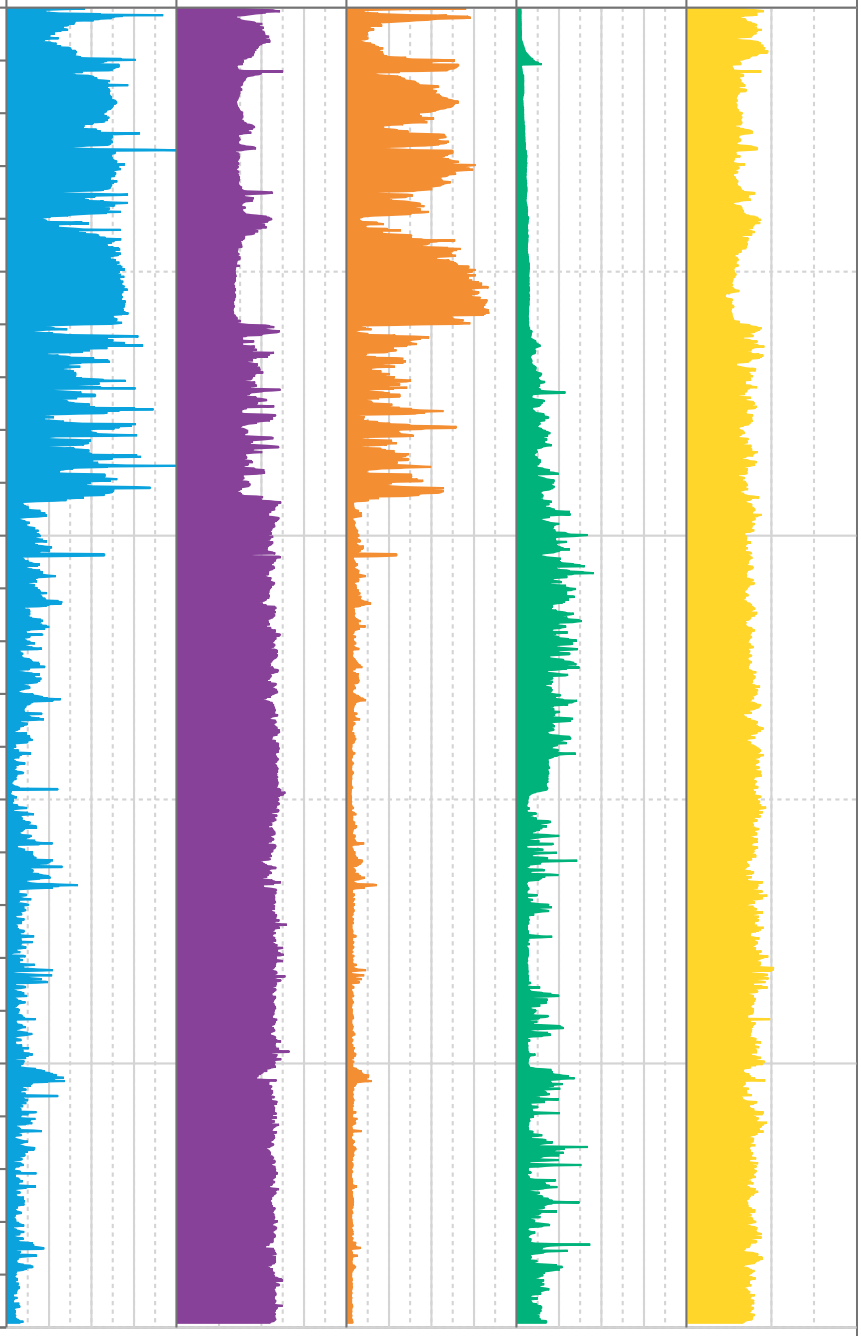
SD11	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,67 m (NGF)	25,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SD11	Paramètres destructifs	15/09/2021	15/09/2021

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Fluides	Outils	Prof.
7,67	0		Remblais : Sables caillouteux marron foncé			0
	1		1,5 m			1
6,17	2		Sables caillouteux marron clair			2
	3		4,2 m			3
3,47	4					4
	5					5
	6					6
	7					7
	8					8
	9					9
	10					10
	11					11
	12					12
	13					13
	14		Craie blanche à silex			14
	15					15
	16					16
	17					17
	18					18
	19					19
	20					20
	21					21
	22					22
	23					23
	24					24
			25 m	25 m	25 m	
-17,33	25					25

Fluides : Eau

Outils : Taillant rotopercussion diam 89 mm



www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

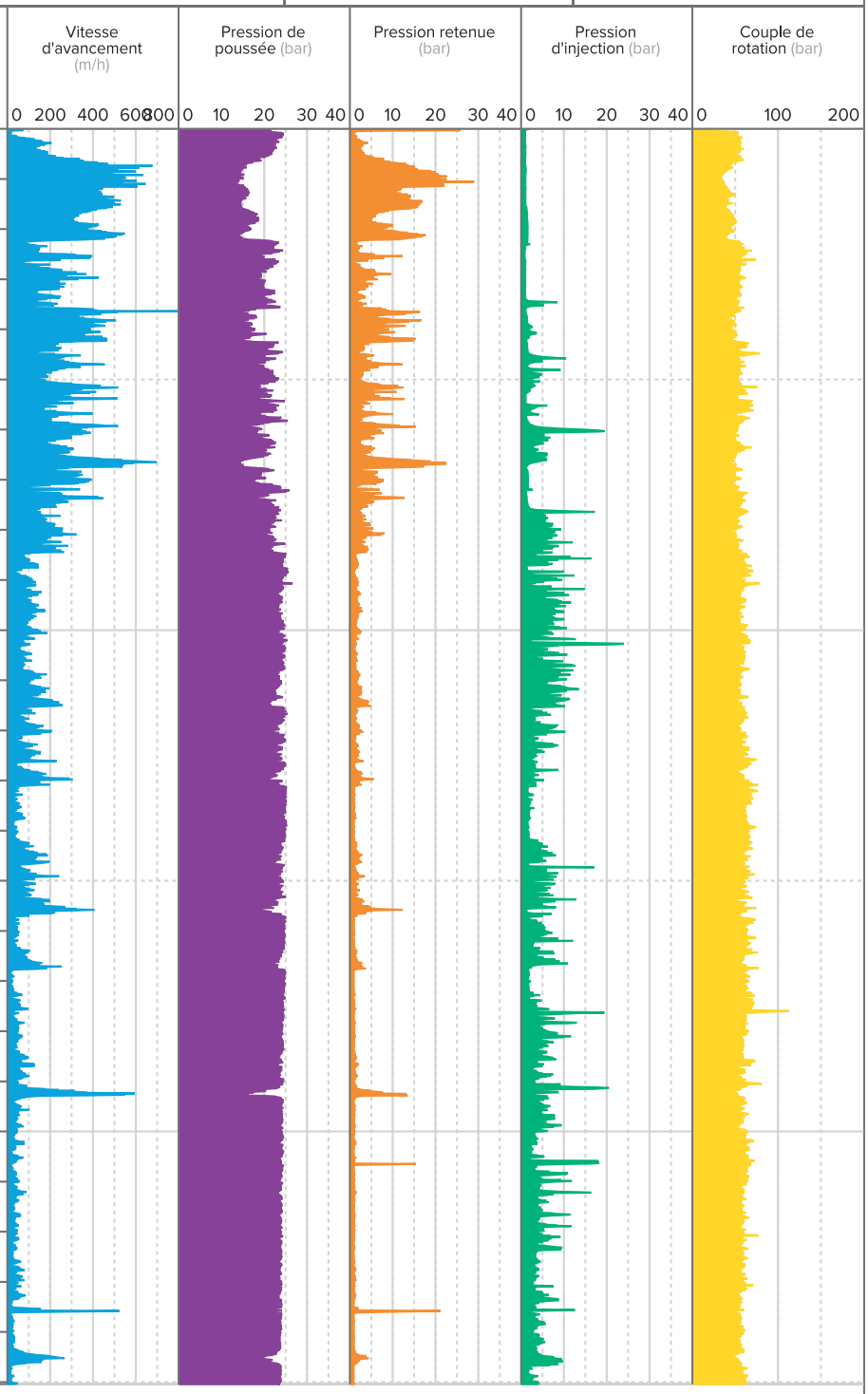
ROUEN (76)

SD12	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+6,44 m (NGF)	25,04 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☑ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
DPR-SD12	Paramètres destructifs	25/08/2021	25/08/2021

Elévation	Description
6,44	Remblais sablo-graveleux marron foncé
2,3 m	
4,14	Sable et graviers marron clair
4,2 m	
2,24	Craie blanche
25 m	
-18,56	

Outils: Taillant rotopercussion diam 90 mm



www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ13	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,71 m (NGF)	0,0°	11,0 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
23/08/2021	23/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
7,71	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé					
	1		2,2 m					
5,51	2		Sables caillouteux marron clair	[2] 5,9 m	eau	taillant rotopercussion Ø115mm	Roto-percussion Ø120-140 mm	piézomètre ouvert
	3							
	4							
	5							
	6						7 m	
	7							
	8		8,5 m					
-0,79	9		Craie blanche à silex					
	10		11 m		11 m	11 m		10,8 m
-3,29	11							

[1] Certainement influencé par l'eau de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 23/08/21 à 5,9 m
[2] Le 06/09/21 - Niveau d'eau à 5,26 m
[3] Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 5,33 m

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ14	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,13 m (NGF)	0,0°	11,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
23/08/2021	23/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
7,13	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé					
	1		1,8 m					
5,33	2		Sables caillouteux marron clair					
	3							
	4		4,4 m	2				
2,73	5			5,3 m	eau	taillant rotopercussion 115mm	Roto-percussion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	6							
	7		Craie blanche					
	8						9 m	
	9							
	10							11 m
	11		11,5 m		11,5 m	11,5 m		
-4,37								

[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 23/08/21 à 5,3 m
[2] Le 06/09/21 - Niveau d'eau à 4,7 m

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ15	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,14 m (NGF)	0,0°	11,0 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
24/08/2021	24/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
7,14	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé					
	1		1,8 m					
5,34	2		Sables caillouteux marron clair	2 4,6 m	eau	taillant rotopercussion 115mm	Roto-percussion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	3							
	4							
	5							
	6							
	7		7,3 m				7,5 m	
-0,16	8		Craie blanche à silex					
	9							
	10		11 m		11 m	11 m		10,8 m
-3,86	11							

[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 24/08/21 à 4,6 m
[2] Le 06/09/21 - Niveau d'eau à 4,33 m
[3] Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 4,75 m

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ16	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+8,24 m (NGF)	0,0°	5,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
24/08/2021	24/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
8,24	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé	0,9 m	eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Roto-percussion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	1		1,7 m					
6,54	2		Remblais : Sables caillouteux marron foncé					
	3		4,2 m					
4,04	4		Craie gris/beige				5 m	5 m
	5		5,5 m	2	5,5 m	5,5 m		
2,74								

1 Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 24/08/21 à 0,9 m
2 Le 20/09/21 - Pas d'eau jusqu'à 5,5 m

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ17	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+6,92 m (NGF)	0,0°	5,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
20/08/2021	20/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
6,92	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé 2,6 m	1 0,3 m	eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Roto-percussion diam 120-140 mm 5 m	piézomètre ouvert 5 m
4,32	1, 2, 3		Sables graveleux marron clair 4,3 m					
2,62	4, 5		Craie blanche à silex 5,5 m	2 5,5 m	5,5 m	5,5 m		
1,42								

1 Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 20/08/21 à 0,3 m
2 Le 06/09/21 - Pas d'eau jusqu'à 5,5 m

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

PZ18	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+6,48 m (NGF)	0,0°	5,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
25/08/2021	25/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
6,48	0		Remblais argilo-caillouteux gris foncé 0,6 m					
5,88	1		Remblais caillouto-sableux gris foncé 2,2 m		Eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Roto-percussion diam 120-140 mm 5 m	Piézomètre ouvert 5 m
4,28	2		Remblais : argiles sablo-caillouteuses marron foncé à noires 3,5 m					
2,98	3							
	4		Sables graveleux marron clair	4 m				
0,98	5		5,5 m		5,5 m	5,5 m		

[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 25/08/21 à 4 m
[2] Le 06/09/21 - Niveau d'eau à 4,06 m
[3] Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 4,14 m

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ23	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,43 m (NGF)	0,0°	10,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
15/09/2021	15/09/2021	SD70.8	MICHALEC Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Equipement
7,43	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé		Eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Piézomètre PVC diam 45/52 mm crépiné de 5 à 10 m avec bouchon de fonc
	1		1,6 m				
5,83	2		Sable et graviers marron clair	2,1 m			
	3		4 m				
3,43	4			2			
	5						
	6		Craie blanche à silex				
	7						
	8						
	9						
	10		10,5 m		10,5 m	10,5 m	10,3 m
-3,07							

[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 15/09/21 à 2,1 m
[2] Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 5,07 m

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ24	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,18 m (NGF)	0,0°	6,0 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
14/09/2021	14/09/2021	SD70.8	MICHALEC Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Equipement
7,18	0		Remblais sablo-caillouteux marron foncé				
	1		1,6 m				
5,58	2		Sable et graviers marron clair		Eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Piézomètre PVC diam 45/52 mm crépiné de 2 à 5,5 m avec
	3						
	4			4,2 m			
	5		6 m		6 m	6 m	5,5 m
1,18	6						

[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 14/09/21 à 4,2 m
[2] Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 4,71 m

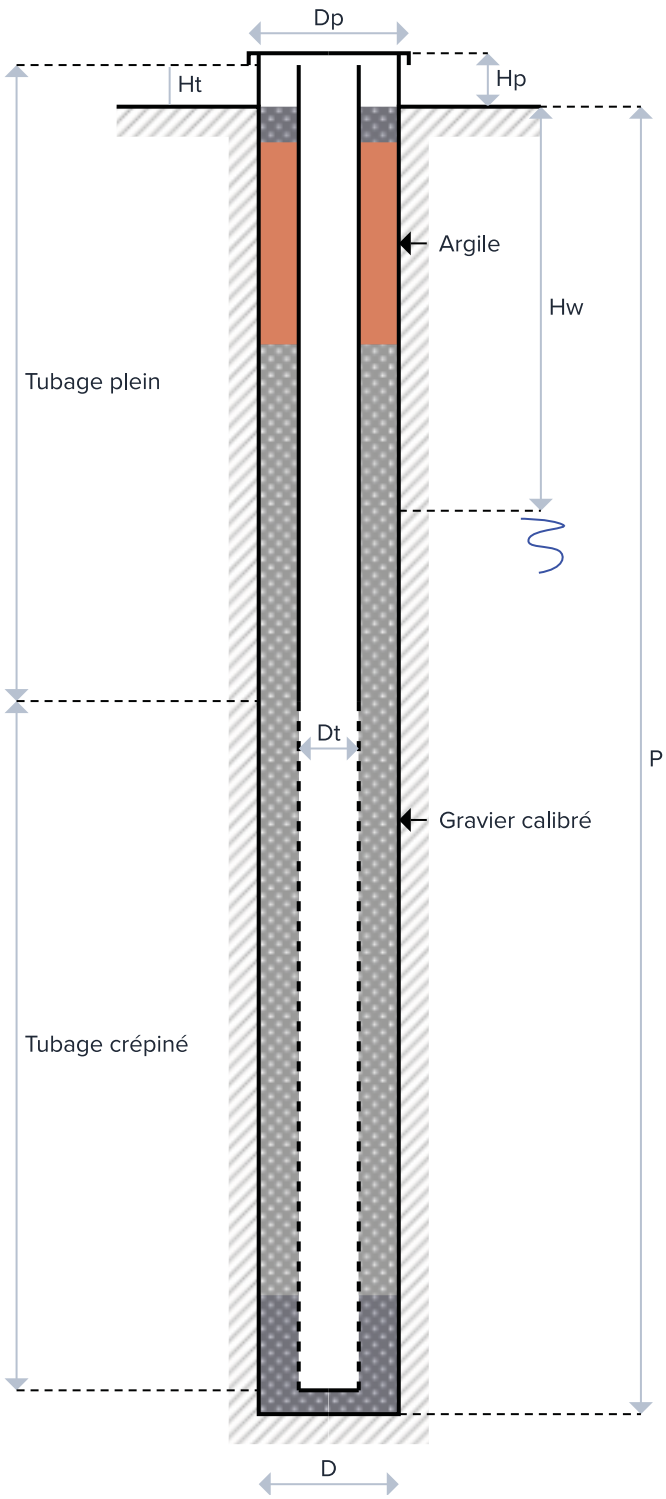
www.soilcloud.fr

PZ13

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
+7,71 m (NGF)	11,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_13	Piézomètre ouvert	23/08/2021	23/08/2021

Sondage			
Prof.	P	11,0	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	5,9	m
Après équipement	H_w	3,4	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	0,5	mm
	De 5,0 à 10,8		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,35	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,3 à 2,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 2,0 à 10,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,45	m

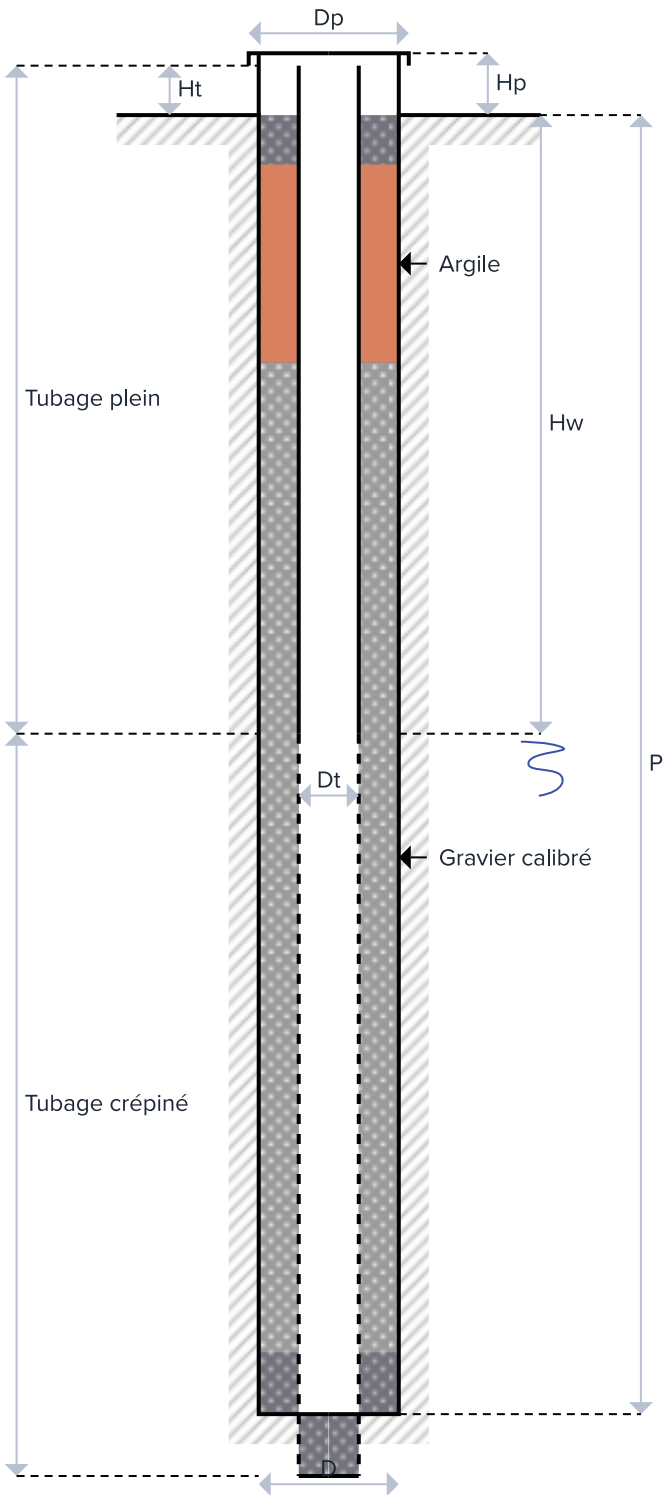


PZ14

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
+7,13 m (NGF)	11,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_14	Piézomètre ouvert	23/08/2021	23/08/2021

Sondage			
Prof.	P	10,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	5,3	m
Après équipement	H_w	5,0	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	1,0	mm
	De 5,0 à 11,0		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,4	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,4 à 2,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 2,0 à 10,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,5	m

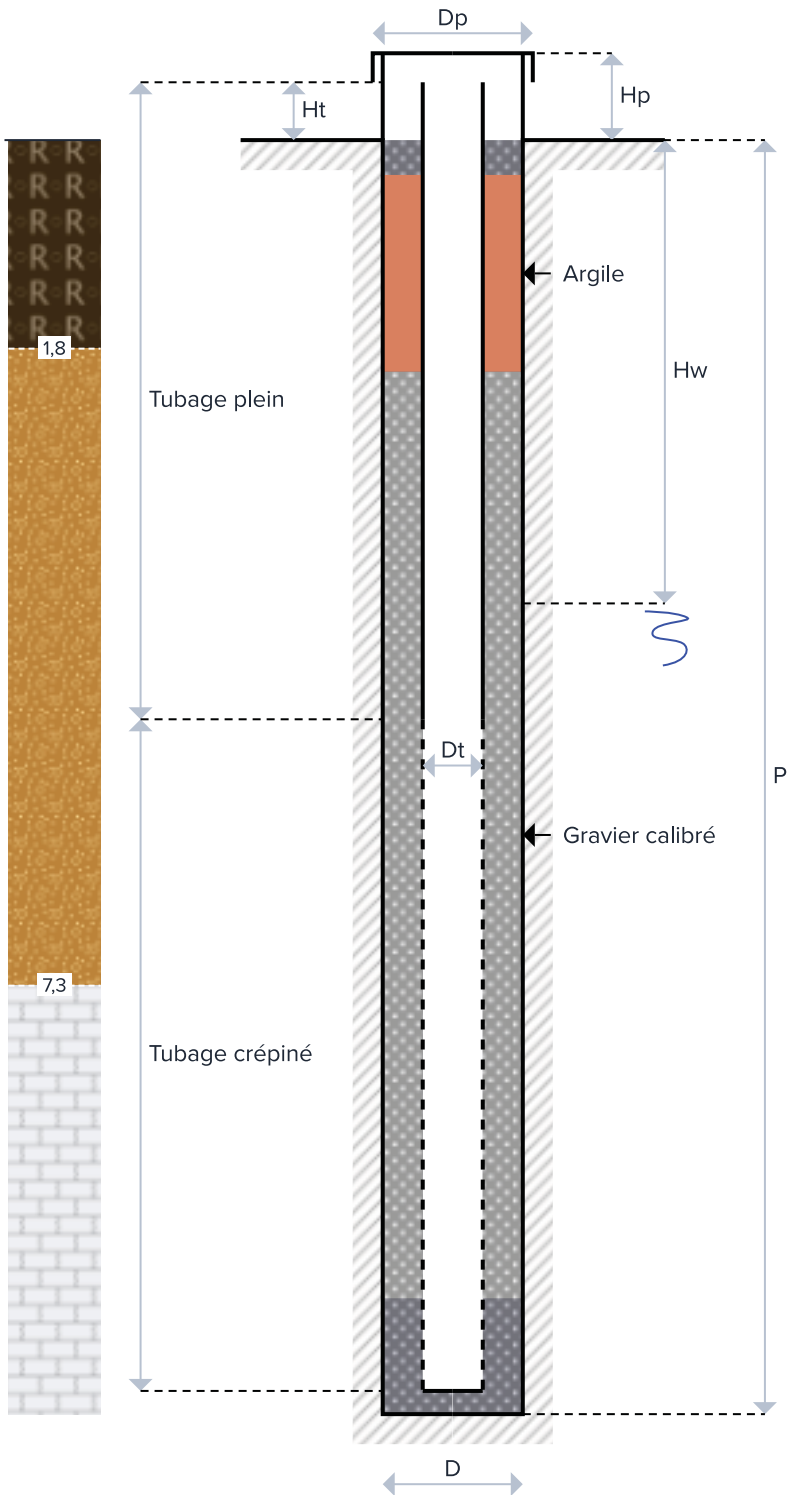


PZ15

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
+7,14 m (NGF)	11,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_15	Piézomètre ouvert	24/08/2021	24/08/2021

Sondage			
Prof.	P	11,0	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	4,6	m
Après équipement	H_w	4,0	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	1,0	mm
	De 5,0 à 10,8		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,0	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,3 à 2,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 2,0 à 10,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☒ Non		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☑ Oui		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,0	m



PZ16

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
+8,24 m (NGF)	5,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_16	Piézomètre ouvert	24/08/2021	24/08/2021

Sondage

Prof.	P	6,0	m
Diamètre	D	115,0	mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H_w	0,9	m
Après équipement	H_w	0,9	m

Tube

☑ PVC

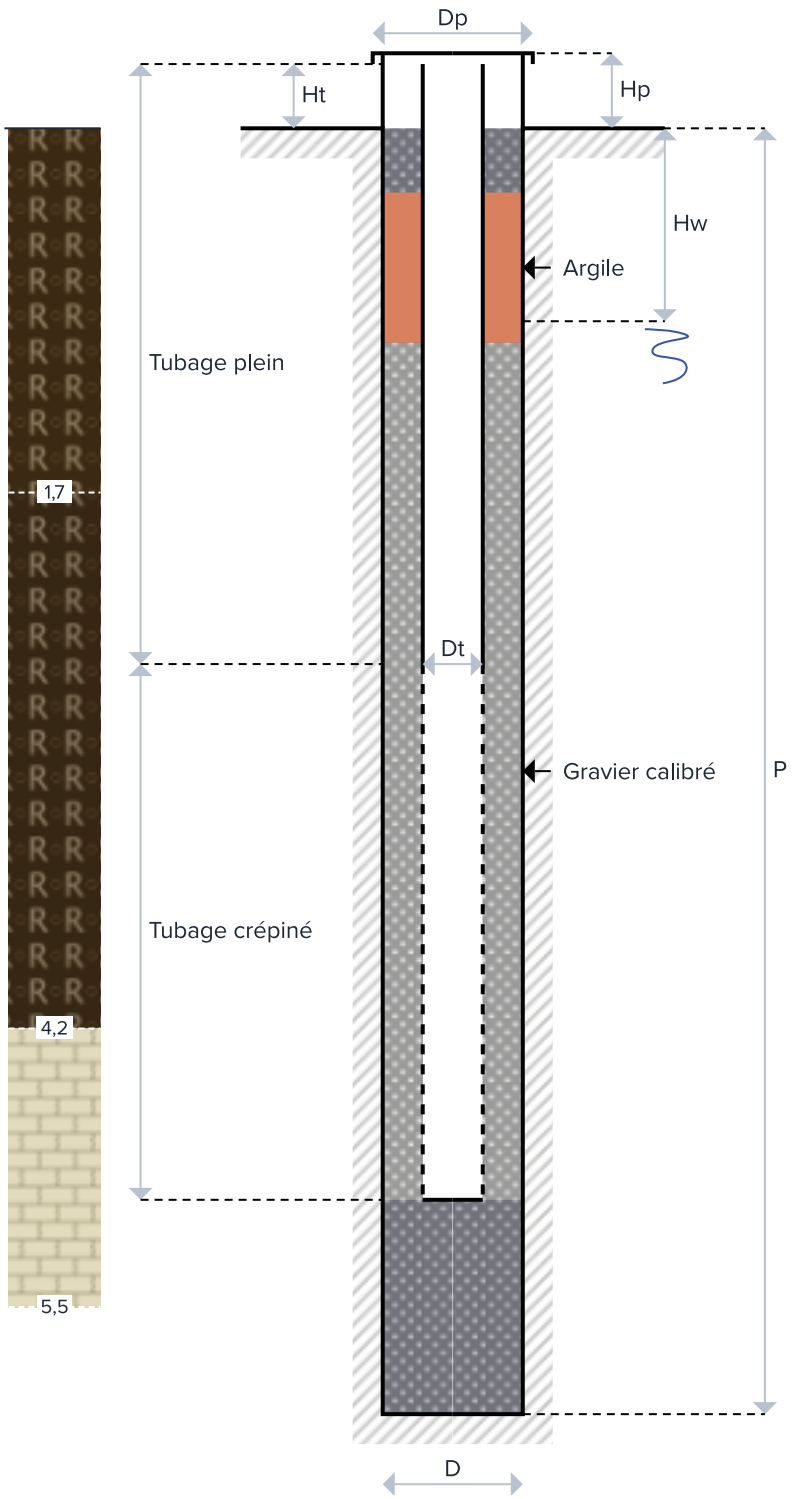
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	52,0	mm
Crépines	Fente	1,0	mm
	De 2,5 à 5,0		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,3	m

Mise en place

Bouchon d'argile	De 0,3 à 1,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 1,0 à 5,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m

Protection

Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,35	m

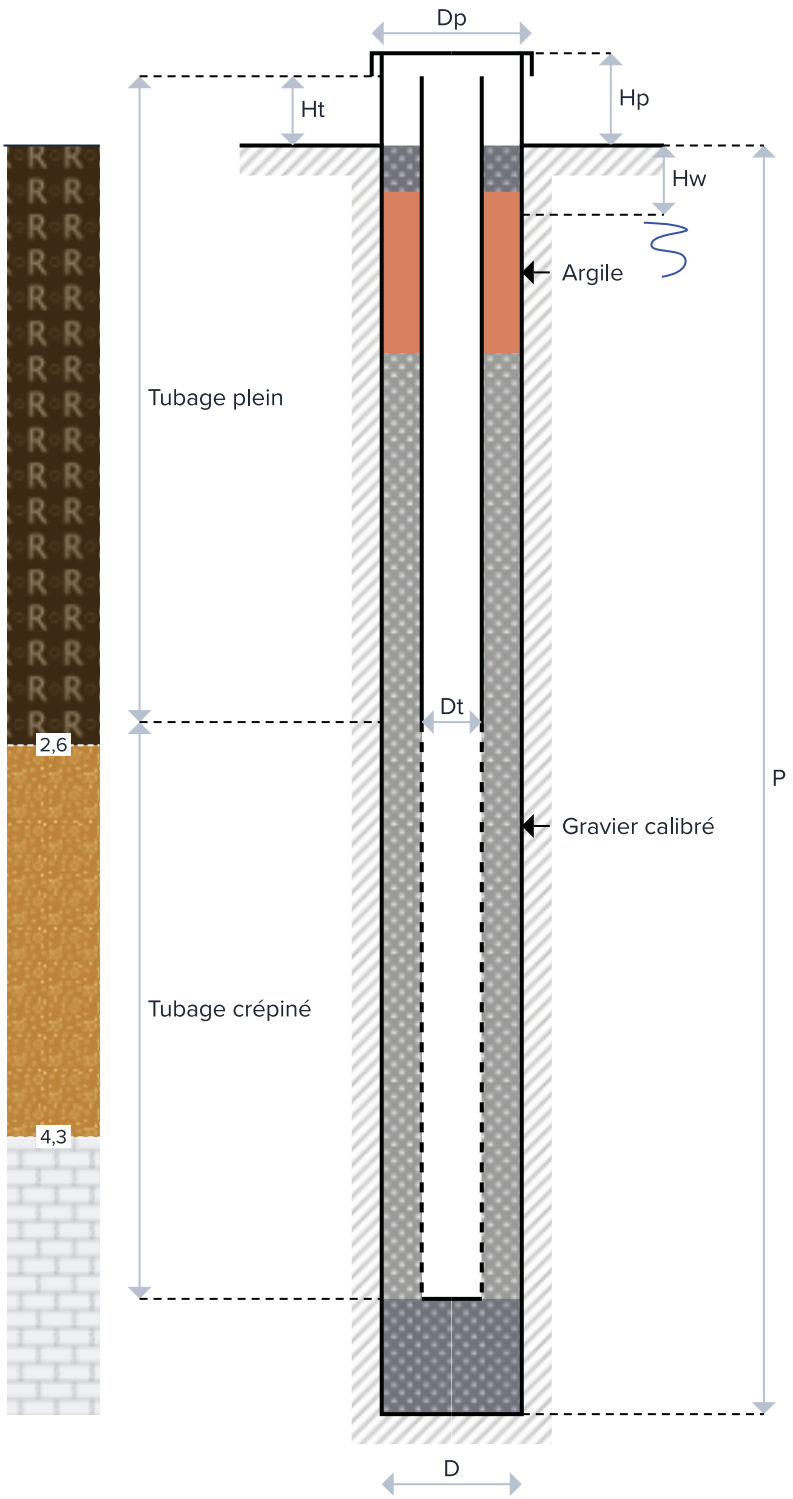


PZ17

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
+6,92 m (NGF)	5,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_17	Piézomètre ouvert	20/08/2021	20/08/2021

Sondage			
Prof.	P	5,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	0,3	m
Après équipement	H_w	0,3	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	52,0	mm
Crépines	Fente	1,0	mm
	De 2,5 à 5,0		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,3	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,2 à 0,9		m
Gravier calibré - / - mm	De 0,9 à 5,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,4	m

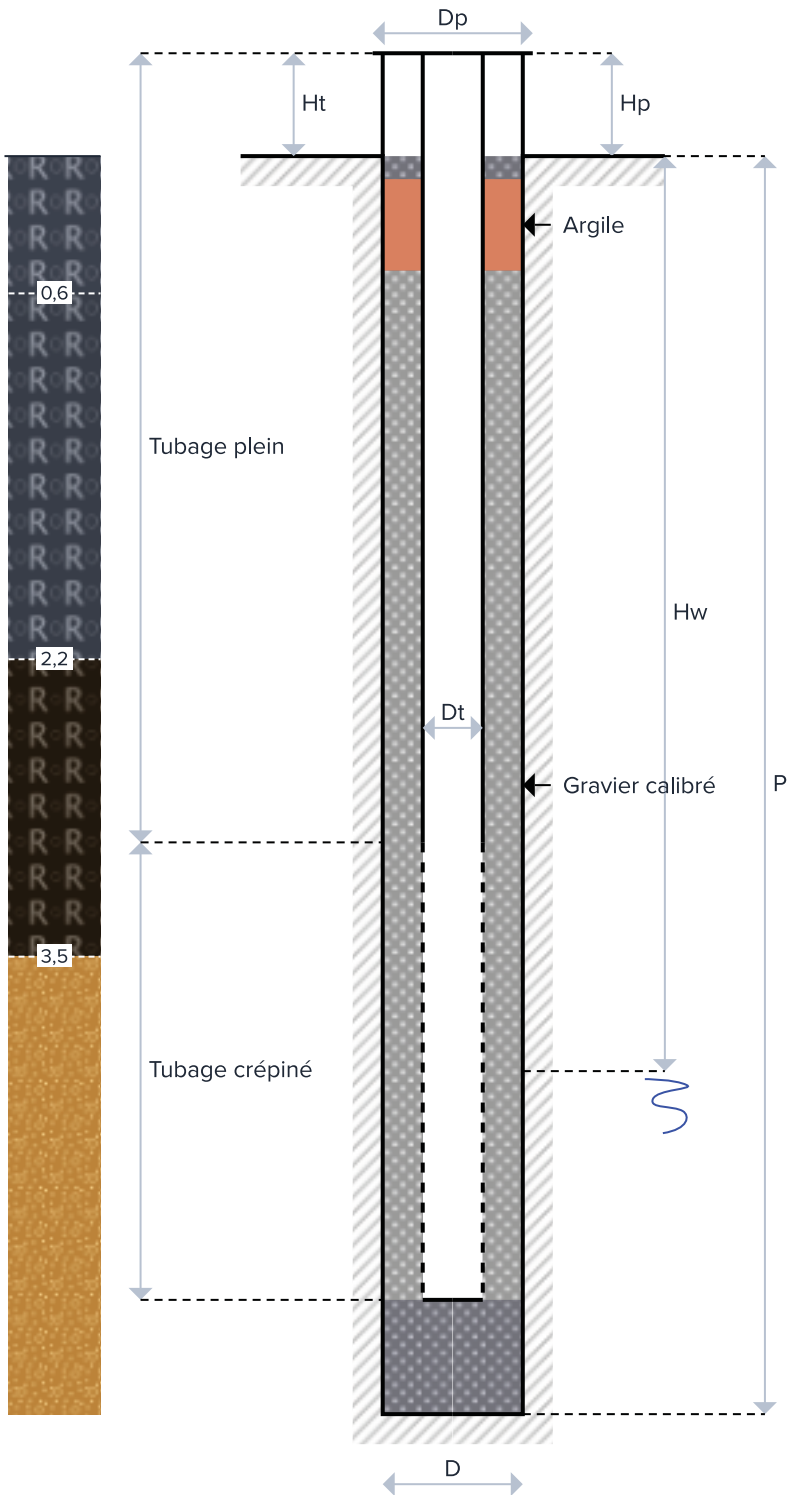


PZ18

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
+6,48 m (NGF)	5,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_18	Piézomètre ouvert	25/08/2021	25/08/2021

Sondage			
Prof.	P	5,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	0,6	m
Après équipement	H_w	4,0	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	52,0	mm
Crépines	Fente	0,5	mm
	De 3,0 à 5,0		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,0	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,1 à 0,5		m
Gravier calibré - / - mm	De 0,5 à 5,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,45	m

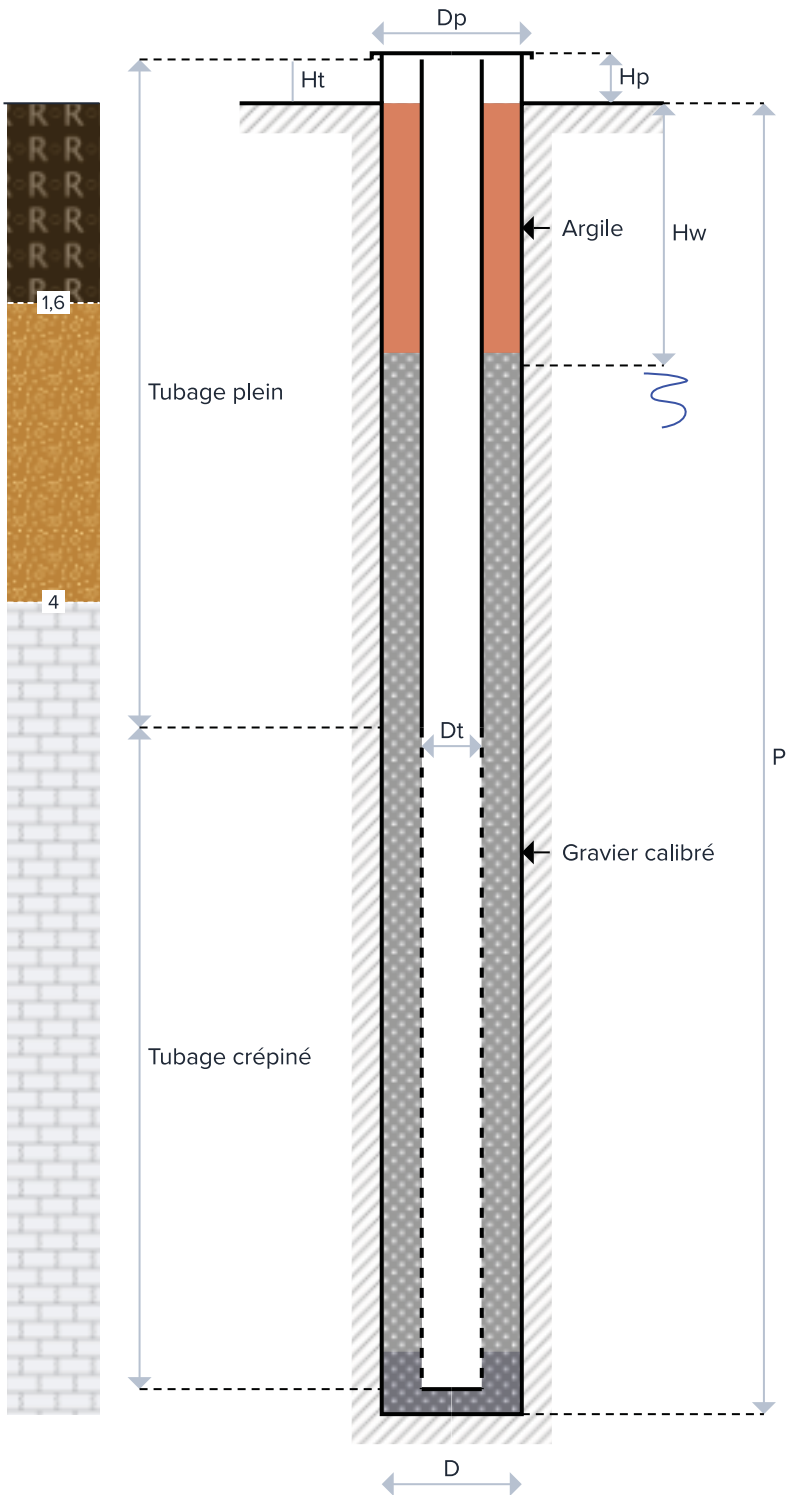


PZ23

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
+7,43 m (NGF)	10,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ23	Piézomètre ouvert	15/09/2021	15/09/2021

Sondage			
Prof.	P	10,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	2,1	m
Après équipement	H_w	2,1	m
Tube			
☒ Aucun(e)			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	0,5	mm
	De 5,0 à 10,3		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,35	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,0 à 2,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 2,0 à 10,0		m
Chaussette	De - à -		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,4	m

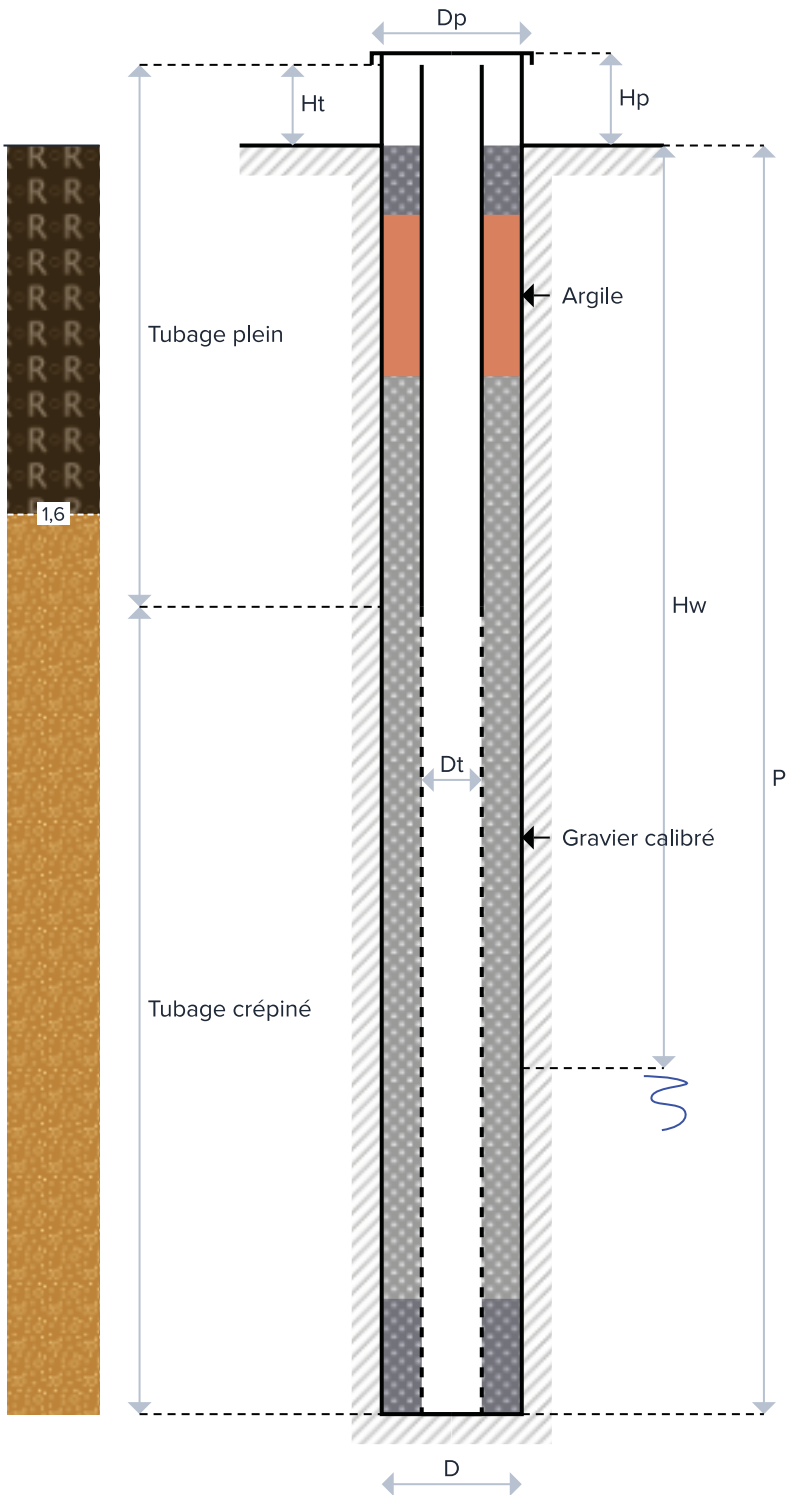


PZ24

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
+7,18 m (NGF)	6,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ24	Piézomètre ouvert	14/09/2021	14/09/2021

Sondage			
Prof.	P	5,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	4,2	m
Après équipement	H_w	4,0	m
Tube			
☒ Aucun(e)			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	0,5	mm
	De 2,0 à 5,5		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,35	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,3 à 1,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 1,0 à 5,0		m
Chaussette	De - à -		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,4	m



Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

EM19	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,24 m (NGF)	0,0°	2,5 m	☑ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
31/08/2021	01/09/2021	Pelle mécanique	BOISSOU Rémy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Outils	Notes
7,24	0		Remblais de terre végétale sablo-limoneuse et caillouteuse marron 0,5 m	PM 5 T - Godet de 40 cm	Bonne tenue des
6,74	1		Remblais sablo-graveleux marron foncé avec morceaux de brique (diam moy : 4 cm / diam max : 14 cm) 1,9 m		
5,34	2		Sable graveleux marron clair/ocre (diam moy : 3 cm / diam max : 11 cm) 2,5 m	2,5 m	2,5 m
4,74					

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

EM20	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+8,07 m (NGF)	0,0°	2,4 m	☑ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
31/08/2021	01/09/2021	Pelle mécanique	BOISSOU Rémy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Outils	Notes
8,07	0		Remblais de sable et graviers marron/gris à morceaux de briques et de calcaire (diam moy : 5 cm / diam max : 17 cm) 0,7 m	PM 5 T - Godet de	Bonne tenue des
7,37	1		Remblais de sable et graviers marron foncé à noirs à morceaux de briques (diam moy : 4 cm / diam max : 24 cm)		
	2		2,4 m	2,4 m	2,4 m
5,67					

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

EM21	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,31 m (NGF)	0,0°	2,4 m	☑ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
31/08/2021	01/09/2021	Pelle mécanique	BOISSOU Rémy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Outils	Notes
7,31	0		Remblais sablo-graveleux marron foncé/noirâtre à morceaux de brique et de béton (diam max : 17 cm / diam moy : 4 cm) 0,9 m	PM 5 T - Godet de	Bonne tenue des
6,41	1		Sable graveleux marron clair à ocre (diam max : 17 cm / diam moy : 4 cm)		
	2		2,4 m	2,4 m	2,4 m
4,91					

www.soilcloud.fr

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

EM22	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,14 m (NGF)	0,0°	2,4 m	☑ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
31/08/2021	01/09/2021	Pelle mécanique	BOISSOU Rémy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Outils	Notes
	0		Remblais de sable et graviers marron clair (diam max : 8 cm / diam moyen : 3 cm) 0,3 m	PM 5 T - Godet de	Bonne tenue des
6,44	1		Remblais de sable et graviers marron foncé à noirs avec débris de ferraille, briques, silex et morceaux de calcaire (diam max : 30 cm / diam moy : 6 cm) 0,7 m		
5,34	2		Remblais de sable et graviers marron foncé à morceaux de briques, de béton et morceaux de calcaire (diam max : 25 cm / diam moy : 7 cm) 1,8 m	2,4 m	2,4 m
4,74			Remblais de sable et graviers, légèrement limoneux marron foncé avec morceaux de calcaire (diam max : 25 cm / diam moy : 6 cm) 2,4 m		

www.soilcloud.fr

7. RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE

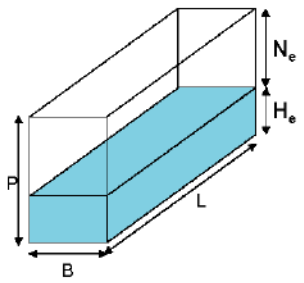
fondasol

COMPTE RENDU D'ESSAI MATSUO

AFFAIRE N° :	PR.14GT.21.0111
CHANTIER :	CONSTRUCTION DE 590 LOGEMENTS - ROUEN (76)
OPERATEUR	Boissou Remy

	IMPORT 1	IMPORT 2	IMPORT 3	IMPORT 4	IMPORT 5	IMPORT 6
Sondage :	EM19	EM20	EM21	EM22		
Géolocalisation :						
Longueur L (m) :	1.30	1.25	1.45	1.30		
Largeur B (m) :	0.45	0.45	0.45	0.45		
Profondeur P (m) :	2.50	2.40	2.40	2.40		
Date début saturation :	31/08/2021 13:45	31/08/2021 13:15	31/08/2021 13:30	31/08/2021 13:00		
Date début essai :	01/09/2021 14:00	01/09/2021 11:00	01/09/2021 13:00	01/09/2021 10:00		
Nature du sol :	Sables et graviers	Remblais	Sables et graviers	Remblais		
Météo :	ensoleillé	ensoleillé	ensoleillé	ensoleillé		
Vent :						
Température :						
Observations :						

Durée (min)	Mesure (cm)	Durée (min)	Mesure (cm)	Durée (min)	Mesure (cm)	Durée (min)	Mesure (cm)	Durée (min)	Mesure (cm)	Durée (min)	Mesure (cm)
0	41.0	0	43.0	0	41.0	0	60.0	0		0	
1	39.0	1	41.0	1	40.0	1	59.0	1		1	
2	38.0	2	38.0	2	40.0	2	58.0	2		2	
3	37.0	3	36.0	3	39.0	3	57.0	3		3	
4	36.0	4	35.0	4	39.0	4	56.0	4		4	
5	36.0	5	33.0	5	39.0	5	54.0	5		5	
6	35.0	6	32.0	6	39.0	6	53.0	6		6	
7	34.0	7	31.0	7	38.0	7	52.0	7		7	
8	33.0	8	30.0	8	38.0	8	51.0	8		8	
9	33.0	9	29.0	9	38.0	9	50.0	9		9	
10	32.0	10	29.0	10	37.0	10	50.0	10		10	
15	30.0	15	25.0	15	36.0	15	46.0	15		15	
20	29.0	20	23.0	20	34.0	20	43.0	20		20	
25	27.0	25	21.0	25	32.0	25	40.0	25		25	
30	26.0	30	18.0	30	29.0	30	38.0	30		30	
40	22.0	40	15.0	40	27.0	40	34.0	40		40	
50	19.0	50	12.0	50	26.0	50	29.0	50		50	
60	15.0	60	10.0	60	24.0	60	25.0	60		60	
70		70		70		70		70		70	
80		80		80		80		80		80	
90		90		90		90		90		90	



charge hydraulique

choisir le type de mesures réalisées:
- niveau d'eau / sol N_e
- charge hydraulique H_e

fondasol

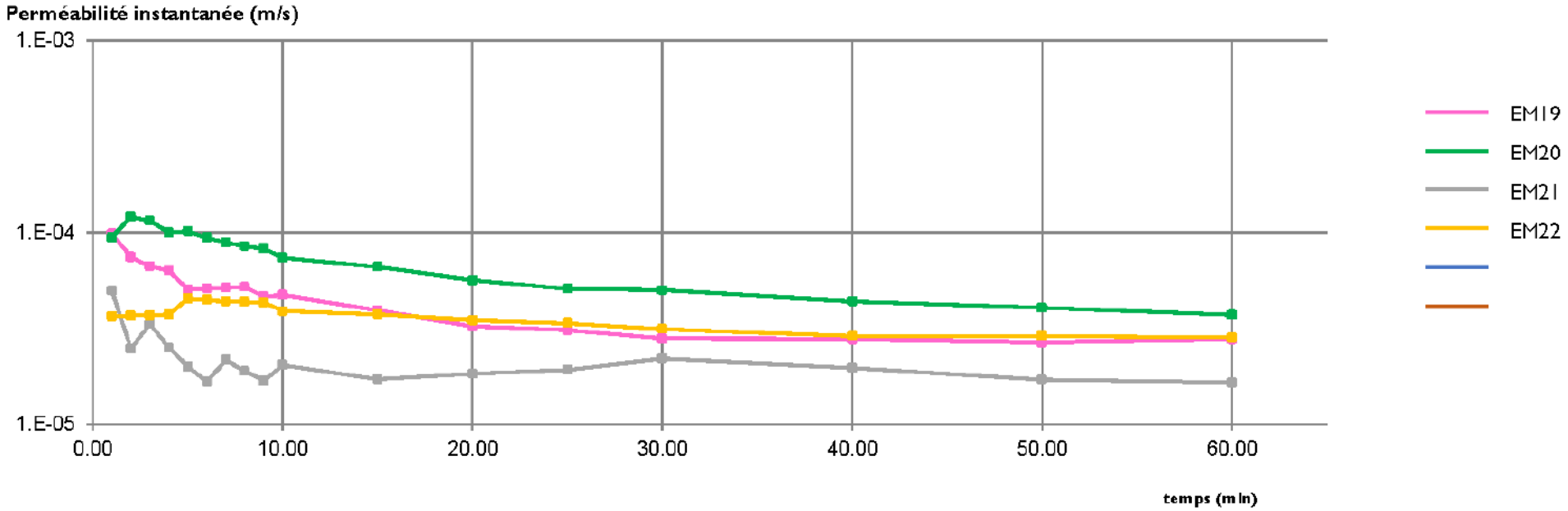
Matsuo v2.6

COMPTE RENDU D'ESSAI MATSUO

AFFAIRE N° :	PR.14GT.21.0111
CHANTIER :	CONSTRUCTION DE 590 LOGEMENTS - ROUEN (76)
OPERATEUR	Boissou Remy

RESULTATS DES ESSAIS

N° ESSAI :	ESSAI :	DATE ESSAI :	PERMEABILITE :	
1	EM19	01/09/2021	2.8E-05	m/s
2	EM20	01/09/2021	4.4E-05	m/s
3	EM21	01/09/2021	1.9E-05	m/s
4	EM22	01/09/2021	3.0E-05	m/s



OBSERVATIONS :

8. RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

eurofins

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

FONDASOL
Monsieur Emmanuel HUET
8 rue abo volo
14120 MONDEVILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E194411
N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-217139-01

Version du : 27/09/2021
Date de réception technique : 23/09/2021
Première date de réception physique : 23/09/2021

Référence Dossier : N° Projet :
Nom Projet :
Nom Commande : ROUEN COGEDIM
Référence Commande : PR.14GT.21.0111 - ROUEN

Coordinateur de Projets Clients : Marion Medina / MarionMedina@eurofins.com / +33 64974 5158

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Eau souterraine	(ESO)	PZ13
002	Eau souterraine	(ESO)	PZ15
003	Eau souterraine	(ESO)	PZ23

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

cofrac ESSAIS

eurofins

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E194411

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-217139-01

Version du : 27/09/2021

Date de réception technique : 23/09/2021

Première date de réception physique : 23/09/2021

Référence Dossier : N° Projet :
Nom Projet :
Nom Commande : ROUEN COGEDIM
Référence Commande : PR.14GT.21.0111 - ROUEN

N° Echantillon		001	002	003
Référence client :		PZ13	PZ15	PZ23
Matrice :		ESO	ESO	ESO
Date de prélèvement :		22/09/2021	22/09/2021	22/09/2021
Date de début d'analyse :		23/09/2021	23/09/2021	23/09/2021
Température de l'air de l'enceinte :		6.2°C	6.2°C	6.2°C
Préparation Physico-Chimique				
LS025 : **Filtration 0.45 µm**		Effectuée	Effectuée	Effectuée
Analyses immédiates				
LS001 : **Mesure du pH**				
pH		* 7.1	* 7.3	* 7.2
Température de mesure du pH	°C	17.6	17.6	17.2
JI020 : **Titre Alcalimétrique Complet (TAC)**	° f	* 21.0	* 25.5	* 20.8
LS028 : **Anhydride carbonique (CO2) agressif**	mg/l	2.02	0.00	0.00
Indices de pollution				
LS02L : **Azote Nitrique / Nitrates (NO3)**				
Nitrates	mg NO3/l	* 62.4	* 42.6	* 67.4
Azote nitrique	mg N-NO3/l	* 14.09	* 9.61	* 15.23
LS02I : **Chlorures (Cl)**	mg/l	* 35.7	* 37.6	* 35.9
LS02R : **Ammonium**	mg NH4/l	* 0.09	* 0.19	* <0.05
LS02Z : **Sulfates (SO4)**	mg/l	* 284	* 331	* 314
LSRDB : **Classe d'agressivité selon NF EN 206**		XA1	XA1	XA1
Métaux				
LS206 : **Magnésium (Mg) dissous**	mg/l	* 6.80	* 6.02	* 6.72
LS204 : **Calcium (Ca) dissous**	mg/l	* 187	* 176	* 208
LS207 : **Potassium (K) dissous**	mg/l	* 16.4	* 16.3	* 14.8
LS208 : **Sodium (Na) dissous**	mg/l	* 41.5	* 84.2	* 34.3

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

cofrac ESSAIS

eurofins

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 21E194411

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-217139-01

Version du : 27/09/2021

Date de réception technique : 23/09/2021

Première date de réception physique : 23/09/2021

Référence Dossier : N° Projet :
Nom Projet :
Nom Commande : ROUEN COGEDIM
Référence Commande : PR.14GT.21.0111 - ROUEN

Observations	N° Ech	Réf client
Spectrophotométrie visible : l'analyse a été réalisée sur l'échantillon filtré à 0.45µm.	(001) (002) (003)	PZ13 / PZ15 / PZ23 /

Anne Biancalana
Coordinatrice de Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.
Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation
L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

cofrac ESSAIS

eurofins

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° :21E194411

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-217139-01

Emetteur : Emmanuel HUET

Commande EOL : 006-10514-786042

Nom projet : N° Projet :

Référence commande : PR.14GT.21.0111 - ROUEN

Nom Commande : ROUEN COGEDIM

Eau souterraine

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
JI020	Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne			Eurofins Analyses pour l'Environnement France
	Titre Alcalimétrique complet (TAC)		0.5	°f	
	Titre Alcalimétrique complet (TAC)		0.5	°f	
LS001	Mesure du pH	Potentiométrie - NF EN ISO 10523			
	pH				
	Température de mesure du pH			°C	
LS025	Filtration 0.45 µm	Filtration - Méthode interne			
LS028	Anhydride carbonique (CO2) agressif	Calcul - Calcul		mg/l	
LS02I	Chlorures (Cl)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	1	mg/l	
LS02L	Azote Nitrique / Nitrates (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1			
	Nitrates		1	mg NO3/l	
	Azote nitrique		0.2	mg N-NO3/l	
LS02R	Ammonium	Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF ISO 15923-1	0.05	mg NH4/l	
LS02Z	Sulfates (SO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	5	mg/l	
LS204	Calcium (Ca) dissous	ICP/AES - NF EN ISO 11885	1	mg/l	
LS206	Magnésium (Mg) dissous		0.01	mg/l	
LS207	Potassium (K) dissous		0.1	mg/l	
LS208	Sodium (Na) dissous		0.05	mg/l	
LSRDB	Classe d'agressivité selon NF EN 206	Calcul - Calcul			

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

eurofins

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 21E194411

N° de rapport d'analyse : AR-21-LK-217139-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : N° Projet :

Référence commande : PR.14GT.21.0111 - ROUEN

Nom Commande : ROUEN COGEDIM

Eau souterraine

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	PZ13	22/09/2021 08:43:00	23/09/2021	23/09/2021		
002	PZ15	22/09/2021 08:49:00	23/09/2021	23/09/2021		
003	PZ23	22/09/2021 08:53:00	23/09/2021	23/09/2021		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

EURE
LABÉO

Evreux, le 04 Octobre 2021
RAPPORT D'ANALYSES n°09799

Agressivité vis-à-vis du béton

SOCIETE FONDASOL
8 RUE ABO VOLO

14120 MONDEVILLE

Dossier n° **EX-21-4283**
Echantillon n° EX21-11221

Date de prélèvement	20/09/2021	**Référence dossier**	**PR14GT210111**
Date de réception	21/09/2021	Préparation de l'échantillon	Homogénéisation - quartage - séchage <40°C - Tamisage à 2mm pour degré acidité, 250µm pour sulfates
Prélevé par	FONDASOL		
Référence échantillon	SP7 de 1 à 2 m	Nature échantillon	sol

PARAMETRE	METHODE	RESULTAT	UNITE
Degré d'acidité Baumann-Gully	FD P 18-011 - ANNEXE A	<200	ml/kg
Sulfates totaux	NF EN 196-2	10747	mg/kg de MS

Echantillon de classe d'agressivité chimique modérée XA2 selon le tableau 1 de la norme FD P 18-011.

Rapport autorisé le 04/10/2021 par Viviane Le Guern, Technicienne signataire

Destinataires : FONDASOL,8 RUE ABO VOLO,14120 MONDEVILLE

LABÉO EURE - 12, rue du Dr Baudoux - CS 20341 - 27003 EVREUX Cedex Tél.: 02 32 38 26 70 Mail: eure@laboratoire-labeo.fr

EASSNORM.WOE

EURE
LABÉO

Evreux, le 04 Octobre 2021
RAPPORT D'ANALYSES n°09800

Agressivité vis-à-vis du béton

SOCIETE FONDASOL
8 RUE ABO VOLO

14120 MONDEVILLE

Dossier n° **EX-21-4283**
Echantillon n° EX21-11222

Date de prélèvement	20/09/2021	**Référence dossier**	**PR14GT210111**
Date de réception	21/09/2021	Préparation de l'échantillon	Homogénéisation - quartage - séchage <40°C - Tamisage à 2mm pour degré acidité, 250µm pour sulfates
Prélevé par	FONDASOL		
Référence échantillon	SP8 à 2 m	Nature échantillon	sol

PARAMETRE	METHODE	RESULTAT	UNITE
Degré d'acidité Baumann-Gully	FD P 18-011 - ANNEXE A	<200	ml/kg
Sulfates totaux	NF EN 196-2	17317	mg/kg de MS

Echantillon de classe d'agréssivité chimique XA3 (forte agréssivité chimique) selon la norme FD P 18-011 (valeurs des sulfates comprises entre 12 000 et 24 000 mg/kg de MS).

Rapport autorisé le 04/10/2021 par Viviane Le Guern, Technicienne signataire

Destinataires : FONDASOL,8 RUE ABO VOLO,14120 MONDEVILLE

LABÉO EURE - 12, rue du Dr Baudoux - CS 20341 - 27003 EVREUX Cedex Tél.: 02 32 38 26 70 Mail: eure@laboratoire-labeo.fr

EASSNORMWDE

EURE
LABÉO

Evreux, le 04 Octobre 2021
RAPPORT D'ANALYSES n°09801

Agressivité vis-à-vis du béton

SOCIETE FONDASOL
8 RUE ABO VOLO

14120 MONDEVILLE

Dossier n° **EX-21-4283**
Echantillon n° EX21-11223

Date de prélèvement	20/09/2021	**Référence dossier**	**PR14GT210111**
Date de réception	21/09/2021	Préparation de l'échantillon	Homogénéisation - quartage - séchage <40°C - Tamisage à 2mm pour degré acidité, 250µm pour sulfates
Prélevé par	FONDASOL		
Référence échantillon	SD9 de 2 à 3 m	Nature échantillon	sol

PARAMETRE	METHODE	RESULTAT	UNITE
Degré d'acidité Baumann-Gully	FD P 18-011 - ANNEXE A	<200	ml/kg
Sulfates totaux	NF EN 196-2	17894	mg/kg de MS

Echantillon de classe d'agréssivité chimique XA3 (forte agréssivité chimique) selon la norme FD P 18-011 (valeurs des sulfates comprises entre 12 000 et 24 000 mg/kg de MS).

Rapport autorisé le 04/10/2021 par Viviane Le Guern, Technicienne signataire

Destinataires : FONDASO.,8 RUE ABO VOLO,14120 MONDEVILLE

LABÉO EURE - 12, rue du Dr Baudoux - CS 20341 - 27003 EVREUX Cedex Tél.: 02 32 38 26 70 Mail: eure@laboratoire-labeo.fr

EASSNORM.WDE

EURE
LABÉO

Evreux, le 04 Octobre 2021
RAPPORT D'ANALYSES n°09802

Agressivité vis-à-vis du béton

SOCIETE FONDASOL
8 RUE ABO VOLO

14120 MONDEVILLE

Dossier n° **EX-21-4283**
Echantillon n° EX21-11224

Date de prélèvement	20/09/2021	**Référence dossier**	**PR14GT210111**
Date de réception	21/09/2021	Préparation de l'échantillon	Homogénéisation - quartage - séchage <40°C - Tamisage à 2mm pour degré acidité, 250µm pour sulfates
Prélevé par	FONDASOL		
Référence échantillon	EM19 2m	Nature échantillon	sol

PARAMETRE	METHODE	RESULTAT	UNITE
Degré d'acidité Baumann-Gully	FD P 18-011 - ANNEXE A	<200	ml/kg
Sulfates totaux	NF EN 196-2	9932	mg/kg de MS

Echantillon de classe d'agréssivité chimique modérée XA2 selon le tableau 1 de la norme FD P 18-011.

Rapport autorisé le 04/10/2021 par Viviane Le Guern, Technicienne signataire

Destinataires : FONDASOL,8 RUE ABO VOLO,14120 MONDEVILLE

LABÉO EURE - 12, rue du Dr Baudoux - CS 20341 - 27003 EVREUX Cedex Tél.: 02 32 38 26 70 Mail: eure@laboratoire-labeo.fr

EASSNORM.WDE

EURE
LABÉO

Evreux, le 04 Octobre 2021
RAPPORT D'ANALYSES n°09803

Agressivité vis-à-vis du béton

SOCIETE FONDASOL
8 RUE ABO VOLO

14120 MONDEVILLE

Dossier n° **EX-21-4283**
Echantillon n° EX21-11225

Date de prélèvement	20/09/2021	**Référence dossier**	**PR14GT210111**
Date de réception	21/09/2021	Préparation de l'échantillon	Homogénéisation - quartage - séchage <40°C - Tamisage à 2mm pour degré acidité, 250µm pour sulfates
Prélevé par	FONDASOL		
Référence échantillon	EM21 2m	Nature échantillon	sol

PARAMETRE	METHODE	RESULTAT	UNITE
Degré d'acidité Baumann-Gully	FD P 18-011 - ANNEXE A	<200	ml/kg
Sulfates totaux	NF EN 196-2	<200	mg/kg de MS

Echantillon sans agréssivité selon le tableau 1 de la norme FD P 18-011.

Rapport autorisé le 04/10/2021 par Viviane Le Guern, Technicienne signataire
Destinataires : FONDASOL,8 RUE ABO VOLO,14120 MONDEVILLE

LABÉO EURE - 12, rue du Dr Baudoux - CS 20341 - 27003 EVREUX Cedex Tél.: 02 32 38 26 70 Mail: eure@laboratoire-labeo.fr

EASSNORM INDE

EURE
LABÉO

Evreux, le 04 Octobre 2021
RAPPORT D'ANALYSES n°09804

Agressivité vis-à-vis du béton

SOCIETE FONDASOL
8 RUE ABO VOLO

14120 MONDEVILLE

Dossier n° **EX-21-4283**
Echantillon n° EX21-11226

Date de prélèvement	20/09/2021	**Référence dossier**	**PR14GT210111**
Date de réception	21/09/2021	Préparation de l'échantillon	Homogénéisation - quartage - séchage <40°C - Tamisage à 2mm pour degré acidité, 250µm pour sulfates
Prélevé par	FONDASOL		
Référence échantillon	EM22 2m	Nature échantillon	sol

PARAMETRE	METHODE	RESULTAT	UNITE
Degré d'acidité Baumann-Gully	FD P 18-011 - ANNEXE A	<200	ml/kg
Sulfates totaux	NF EN 196-2	462	mg/kg de MS

Echantillon sans agréssivité selon le tableau 1 de la norme FD P 18-011.

Rapport autorisé le 04/10/2021 par Viviane Le Guern, Technicienne signataire

Destinataires : FONDASOL,8 RUE ABO VOLO,14120 MONDEVILLE

LABÉO EURE - 12, rue du Dr Baudoux - CS 20341 - 27003 EVREUX Cedex Tél.: 02 32 38 26 70 Mail: eure@laboratoire-labeo.fr

EASSNORMWDE

www.groupefondasol.com

FONDASOL Agence de CAEN

8, rue Abo Volo
14120 – MONDEVILLE

☎ 02.31.74.31.31.
🖷 02.31.74.31.22.
caen@fondasol.fr

3

Etude hydrogéologique et de perméabilité des sols réalisée par FONDASOL (Février 2022)

ROUEN (76)

Diagnostic hydrogéologique
Estimation des niveaux caractéristiques selon les Eurocodes
(Mission G5 au stade AVP)

Rapport n° 14GT.21.0111-DTHY Pièce n°02 – Indice A – 28/03/2022

ALTAREA COGEDIM DEVELOPPEMENT URBAIN

Création de logements collectifs
ZAC de la Pépinière
Rue Parmentier - ROUEN (76)

VOTRE AGENCE

Cellule Hydrogéologie de Nantes

12 rue Léon Gaumont 44700 ORVAULT

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	01/02/2022	51	1ère diffusion	L.MIOTTI	J. JOUBERT
A	28/03/2022	50	MAJ à la suite du suivi piézométrique	L.MIOTTI	J. JOUBERT
B					
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X	X			41	X	X			81				
2	X	X			42	X	X			82				
3	X				43	X	X			83				
4	X	X			44	X	X			84				
5	X	X			45	X	X			85				
6	X	X			46	X	X			86				
7	X				47	X	X			87				
8	X				48	X	X			88				
9	X				49	X	X			89				
10	X				50	X	X			90				
11	X	X			51	X				91				
12	X				52					92				
13	X				53					93				
14	X				54					94				
15	X	X			55					95				
16	X				56					96				
17	X	X			57					97				
18	X	X			58					98				
19	X	X			59					99				
20	X	X			60					100				
21	X	X			61					101				
22	X	X			62					102				
23	X	X			63					103				
24	X	X			64					104				
25	X	X			65					105				
26	X	X			66					106				
27	X	X			67					107				
28	X	X			68					108				
29	X	X			69					109				
30	X	X			70					110				
31	X	X			71					111				
32	X	X			72					112				
33	X	X			73					113				
34	X	X			74					114				
35	X	X			75					115				
36	X	X			76					116				
37	X	X			77					117				
38	X	X			78					118				
39	X	X			79					119				
40	X	X			80					120				

SOMMAIRE

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

La société ALTAREA COGEDIM envisage la construction de 590 logements collectifs sur la ZAC de La Pépinière à ROUEN (76).

Dans le cadre de ce projet, la société ALTAREA COGEDIM a confié à Fondasol une mission d'étude hydrogéologique concernant l'estimation des niveaux de référence EB, EH et EE des eaux souterraines, conformément aux Eurocodes.

Cette étude vient en complément de l'étude géotechnique de type G1 + $G2_{AVP}$ selon la norme NFP 94 500 réalisée par Fondasol en date du 04/10/2021, référencée 14GT.21.0111 - Pièce n°001.

Le présent rapport indicé A annule et remplace la première diffusion du rapport référencée 14GT.21.0111-DTHY.002.

A.1. Description du projet

D'après les documents à notre disposition, le projet consiste en la construction de 590 logements répartis en 3 lots (A, B et C). Ces lots sont constitués de plusieurs immeubles de type R+2 à R+7 avec un à deux niveaux de sous-sol. La superficie respective des lots est de 3 200 m², 4 100 m² et 3 400 m².

Le plan de masse des lots et le plan des sous-sols sont présentés en figures 1 et 2 respectivement.

Figure 1 : Plan de masse – stade FAISABILITE
(source : plans projet reçus à la consultation du 25 février 2022)

Figure 2 : plan des sous-sols au droit de chacun des lots
(source : plans projet reçus à la consultation en juillet 2021, non datés non signés)

A ce stade, les cotes basses des sous-sols de chaque lot ne sont pas connues.

En première approche, nous avons fait l'hypothèse que les planchers bas des 3 lots se situaient à environ 3 m sous le niveau moyen actuel des voiries bordant le projet, soit à une cote altimétrique de +4,5 mNGF.

A.2. Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission d'étude hydrogéologique pouvant être rapprochée d'une mission de diagnostic géotechnique de type G5 au stade AVP. Elle se conclut par la fourniture d'un rapport comprenant :

- **Étude préliminaire du site :** enquête bibliographique et visite du terrain / enquête de quartier ;
- **Résultats des investigations complémentaires** (coupes géologiques des sondages, mesures de niveau d'eau) ;
- **Analyse et synthèse du contexte géologique et hydrogéologique du site et de son influence sur le projet :**
  - Description de la géologie et du système hydrogéologique au droit du site ;
  - Enquête sur l'usage de la nappe ;
  - Niveaux de l'eau lors des investigations, leur influence sur le projet ;
  - Estimation des niveaux caractéristiques de nappe au sens des Eurocodes ;

- **Adaptation du projet au site**
- **Recommandations particulières pour la conception du projet**
- **Les compléments éventuels à intégrer dans les missions ultérieures, afin de réduire les incertitudes et les risques géologiques encore existants.**

A.3. Intervenants

Maitre d'ouvrage : ALTAREA COGEDIM

Bureau d'études Géotechnique et Hydrogéologique : FONDASOL

A.4. Documents remis

Les documents qui nous ont été remis dans le cadre de l'étude sont :

- un rapport d'étude G1 + G2AVP réalisé par FONDASOL référencé 14GT.21.0111 - Pièce 001, en date du 04/10/2021 ;
- plan topographique du site, daté de mai 2013 ;
- dossier de plans du projet stade FAISA comprenant un plan de masse du projet et sous-sol en date du 25/02/2022 réalisé par Atelier des deux anges (document de travail non définitif).

B. DESCRIPTIF GENERAL DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE

B.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Adresse du site : rue Parmentier 76100 ROUEN

Parcelles cadastrales : n°300, 301, 384, 361 et 504 – section HY

Superficie du terrain : Environ 22 000 m²

La zone projetée est actuellement occupée par 4 immeubles de 7 à 9 étages entourés d'espaces enherbés, peu arborés et traversés par des chemins piétonniers. On note également la présence d'un parking pour véhicules légers d'une quarantaine de places à l'extrémité nord-est et un autre parking de 20 places à l'extrémité sud-ouest. Les immeubles existants ne présentent pas de sous-sol existant.

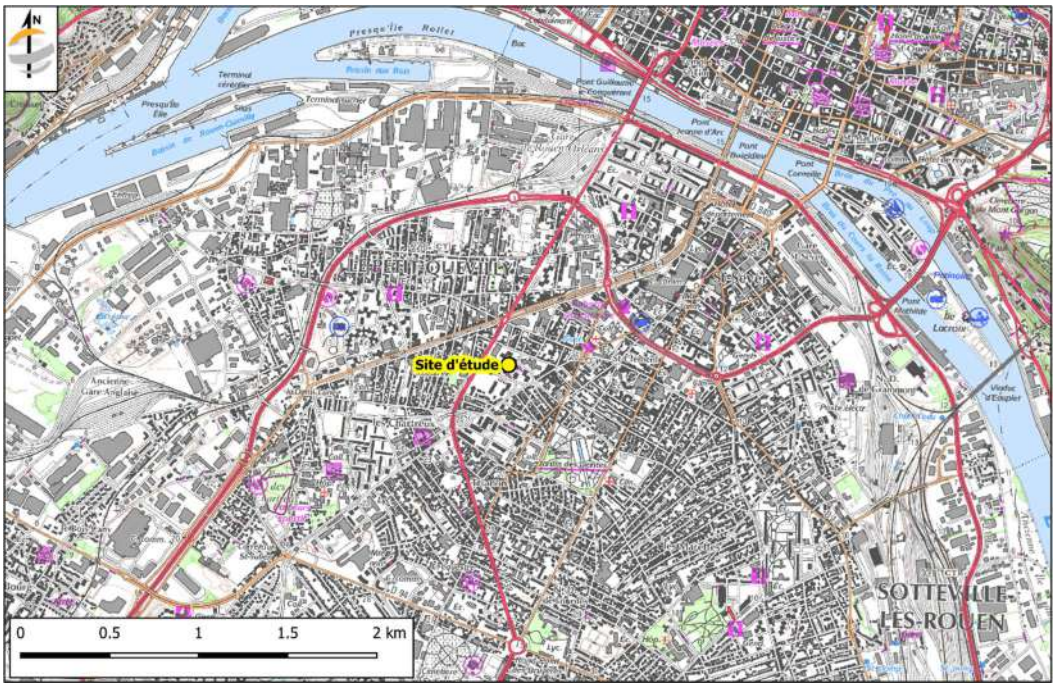


Figure 3 : localisation du site d'étude – extrait de la carte IGN (source : geoportail)

Figure 4 : vue aérienne du site d'étude (source : Google Earth)

La topographie générale du site est globalement plane et horizontale à l'échelle du secteur. Elle est toutefois surélevée de 1 à 2 m en partie centrale par rapport au niveau des voiries au nord, au sud et à l'est qui s'établissent à une cote comprise entre 6,0 et 7,0 mNGF d'après le plan topographique transmis et la carte IGN du secteur.

B.2. Contexte géologique du site

D'après la carte géologique de ROUEN OUEST au 1/50 000ème du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), on peut s'attendre à rencontrer, sous un recouvrement superficiel de remblais (liés à l'activité du site) et alluvions anciennes sablo-graveleuses, un substratum crayeux plus ou moins altéré en tête sous forme d'argile de décarbonatation. Le toit de la craie est présent à faible profondeur (globalement entre 5 et 10 m/TA).

La figure 5 présente le contexte géologique de la zone d'étude.

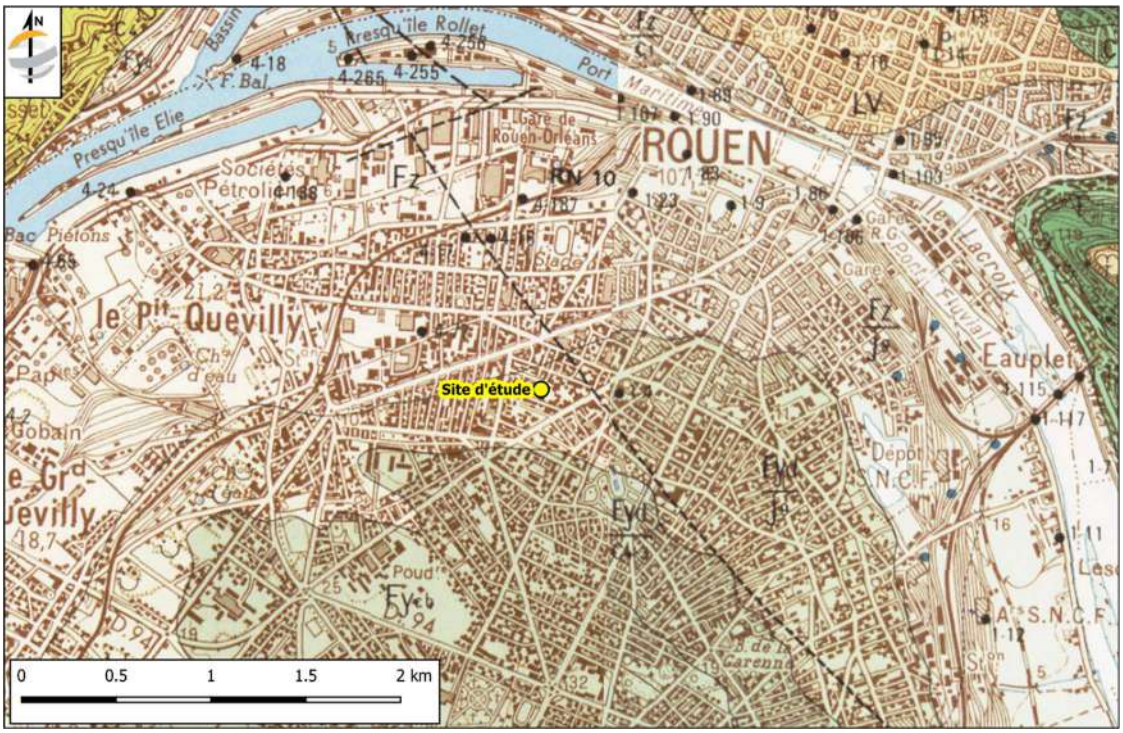


Figure 5 : contexte géologique (source : BRGM)

B.3. Contexte hydrogéologique

B.3.1. Aquifères en présence

Au droit du site, a priori, deux nappes peuvent potentiellement interagir avec le projet. Il s'agit :

- de la nappe alluviale contenue dans les alluvions superficielles : la recharge de cette nappe est directement liée aux précipitations. D'après la notice de la carte géologique de Rouen ouest, sa productivité est inférieure celle de la craie. Elle peut cependant présenter un intérêt pour une exploitation dans la vallée alluviale de la Seine ;
- de la nappe de la craie contenue dans la craie blanche du Campanien-Santonien. D'après le Système d'Information de Gestion des Eaux Souterraines (SIGES – BRGM) de Normandie, l'aquifère de la craie normande est caractérisée par une triple porosité, décrite comme suit :
    - la porosité matricielle contenue entre les grains : la porosité efficace reste faible, les valeurs de perméabilités sont de l'ordre de 10^{-8} à 10^{-6} m/s, les coefficients d'emmagasinement de 5 à 10 % et les transmissivités inférieures ou égales 1.10^{-5} m²/s ;
    - la porosité de fracture, selon l'importance de la fracturation et des processus de dissolution qui peuvent les affecter, conduit à des perméabilités de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-6} m/s (et des transmissivités jusqu'à 3 ou 4.10^{-2} m²/s) ;
    - la porosité de conduits karstiques peut localement assurer des vitesses de transfert pouvant atteindre et dépasser 100 m/h (contre quelques mètres par an ou par mois pour les deux porosités précédentes). Les pseudo-perméabilités associées sont de l'ordre de 10^{-1} m/s à 10^{-3} m/s.

Les remblais superficiels peuvent être le siège de circulation d'eau ou de nappe ponctuelle à la suite de fortes pluies (cette nappe serait limitée dans le temps et l'espace).

B.3.2. Remontée de nappes

D'après la cartographie du BRGM (*www.inondationsnappe.fr*), le secteur d'étude serait potentiellement sujet aux débordements de nappe. La carte ci-dessous présente ce risque d'inondation par remontée de nappes.

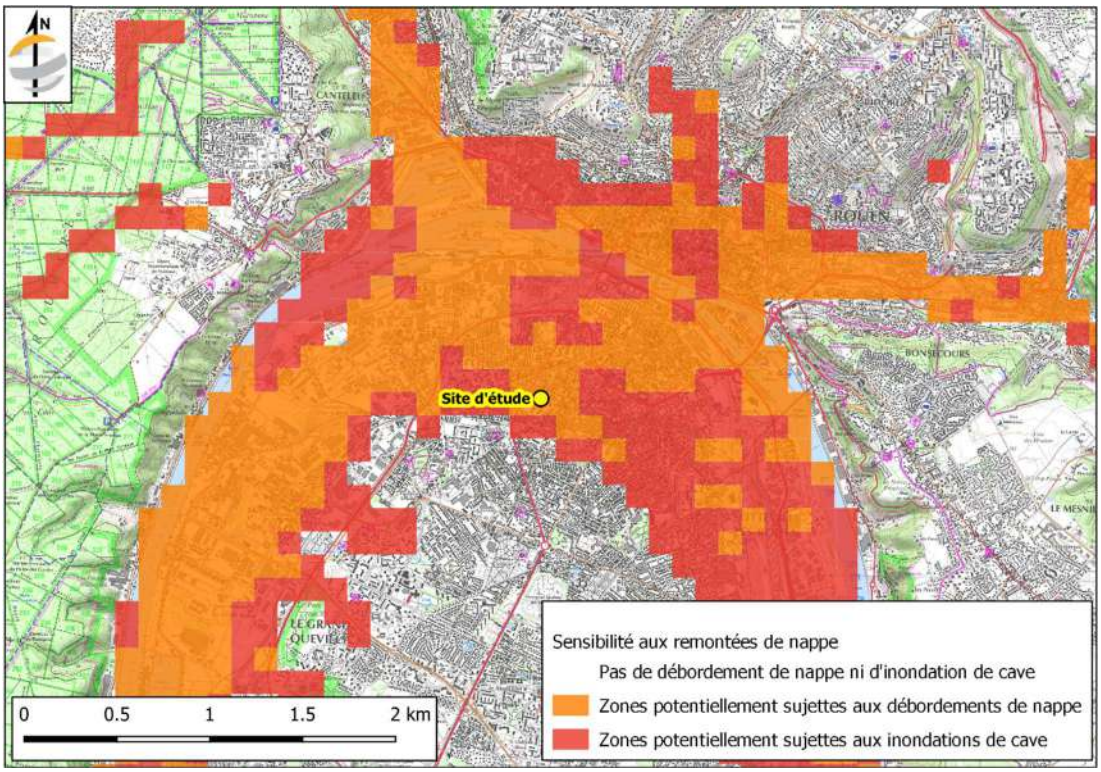


Figure 6 : cartographie de sensibilité face au risque de remontées de nappes (source : BRGM – date d'export : 01/2022)

B.3.3. Points d'eau recensés à proximité du projet

La consultation des bases de données du sous-sol (BSS du BRGM) indique de nombreux ouvrages dans un rayon de 400 m autour du site d'étude. La localisation des ouvrages environnants est fournie dans la figure ci-après. S l'ouvrage BSS000GFNZ d'une profondeur de 8 m/TA. Lors de nos interventions sur site, ce dernier n'a pas été retrouvé.

Les autres ouvrages sont des sondages réalisés à faible profondeur (moins de 5 m/TA) le long de l'avenue de la Libération.

Figure 7 : localisation des ouvrages environnants (source : BSS du BRGM)

B.3.4. Suivi piézométrique d'archive

Un suivi piézométrique à l'aide de sondes d'acquisition automatiques a été effectué au droit du site d'étude de septembre 2021 à mars 2022. Le dispositif mis en place permet de suivre 3 piézomètres équipés aux alluvions et 3 piézomètres équipés à la craie.

A défaut d'avoir un suivi piézométrique suffisamment long au droit du site d'étude, un piézomètre de référence sera exploité dans le cadre de la présente étude.

- Nappe alluviale :

Un piézomètre d'observation du niveau de la nappe alluviale est présent sur la commune de Saint Nicolas de Bliquetuit (référencé BSS000FJMG / 00765X0124/BT2), à environ 26 km au nord-ouest du site d'étude.

A cette période de l'année (mars 2022), le niveau observé au droit du piézomètre de référence est un niveau de moyennes eaux. La figure ci-dessous présente les niveaux mensuels extrema ainsi que l'évolution du niveau d'eau au droit de cette référence depuis janvier 2021.

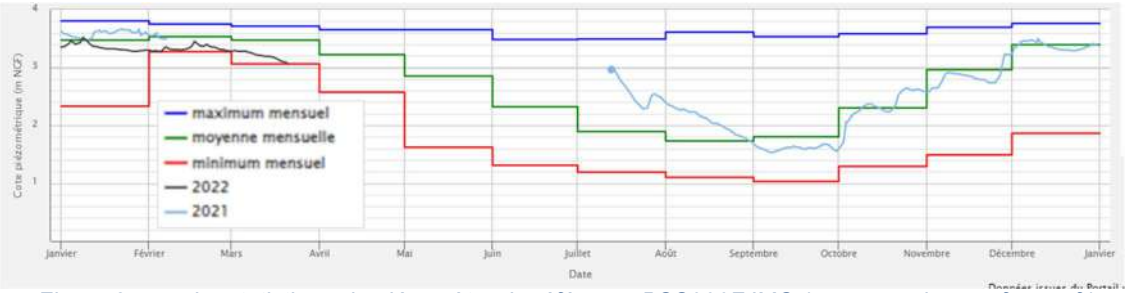


Figure 8 : courbe statistique du piézomètre de référence BSS000FJMG (source : ades.eaufrance.fr)

- Nappe de la craie :

Aucun suivi piézométrique de la formation crayeuse présente au droit du site, et dans un contexte similaire, n'est recensé dans la banque de données ADES à faible distance du site.

Concernant la nappe de la craie, des cartes piézométriques sont disponibles sur le SIGES Seine-Normandie (cf. figures ci-dessous).

En 1998, période de hautes eaux, le niveau de la nappe de la craie au droit du site était à 5 mNGF et présentait un dôme piézométrique au droit du site avec un écoulement en direction de la Seine, vers l'est.

En 1990, période de basses eaux, le niveau de la nappe de la craie au droit du site était inférieur à 3 mNGF et s'écoulait en direction du nord.

Figure 9 : carte piézométrique des hautes eaux de la nappe de la craie 1998
(source : SIGES Seine Normandie)

Figure 10 : carte piézométrique des basses eaux de la nappe de la craie en 1990
(source : SIGES Seine Normandie)

B.4. Contexte hydrologique

B.4.1. Les cours d'eau

Le site d'étude se trouve en rive gauche de la Seine qui s'écoule à environ 1,8 km au nord du site. Plus globalement, le site s'intègre dans le réseau hydrographique appelé les boucles de la Seine.

La carte ci-dessous présente le contexte hydrographique dans l'environnement du site.

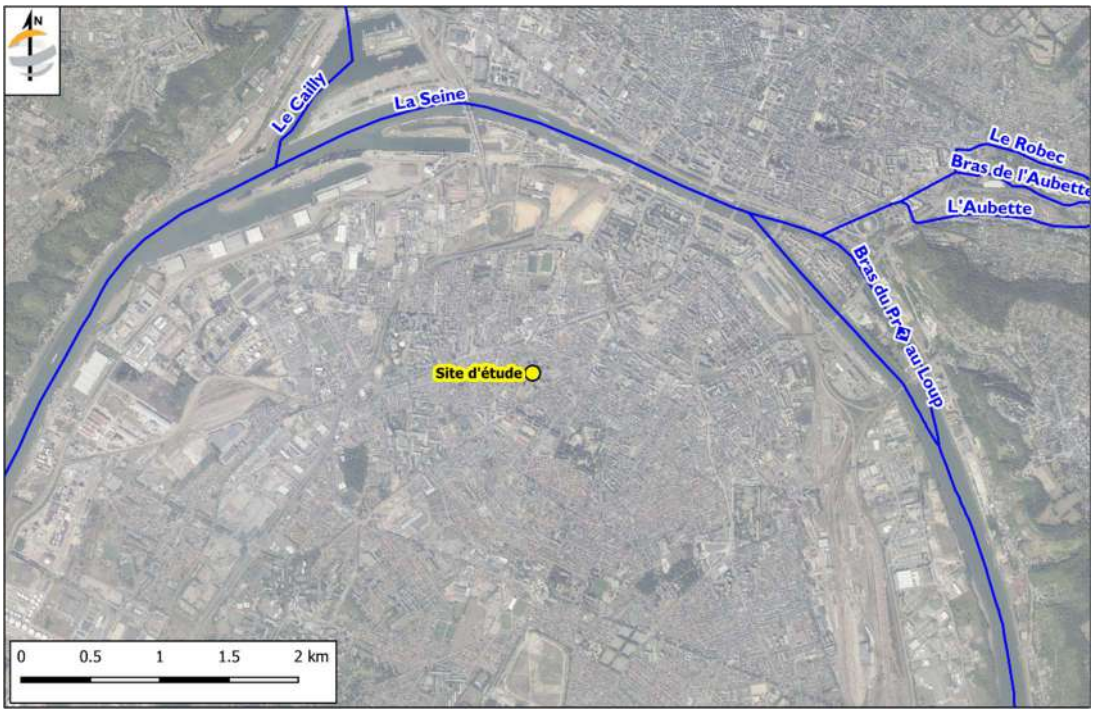


Figure 11 : contexte hydrologique (source : Géoportail)

La carte de l'état-major ci-dessous présente le lit de la Seine plus large qu'actuellement avec un déport plus important en rive gauche. Il est à noter qu'on trouve d'anciennes carrières dans la zone d'emprunt du projet. Les terrains de surface sont attendus fortement remaniés.

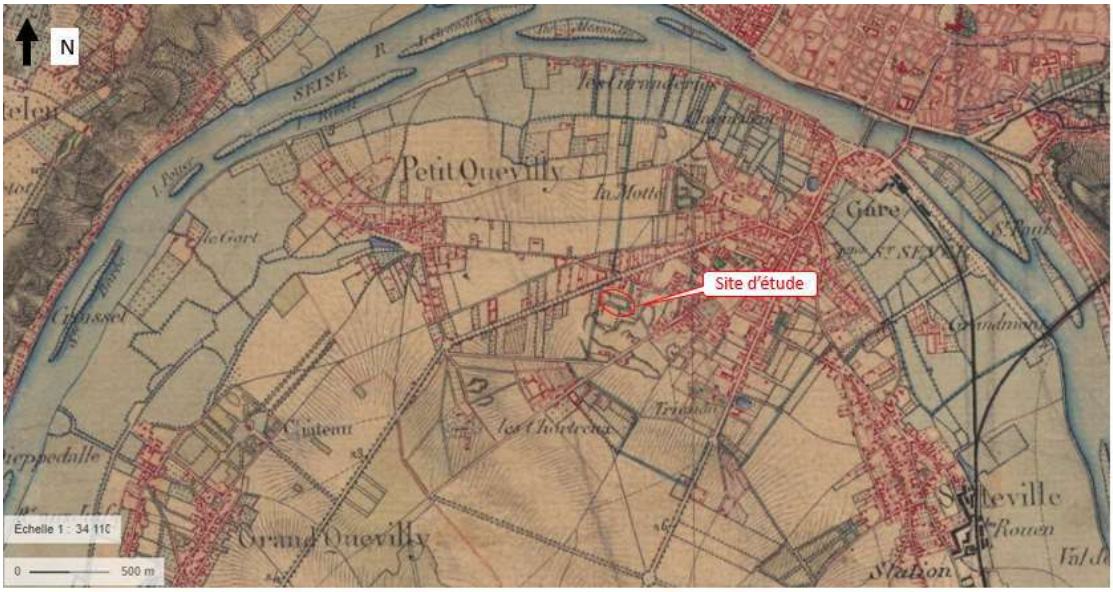


Figure 12 : cartographie de l'état-major 1820-1866 (source : Géoportail)

A cette distance du littoral, environ 60 km à l'ouest, le niveau de la Seine est sous l'influence de la marée. Le graphique ci-dessous présente l'évolution du niveau de la Seine du 06/11/2021 au 06/12/2021, à la station hydrologique de Rouen (Jean Ango) située en rive droite de la Seine à environ 2 km au nord du site d'étude.

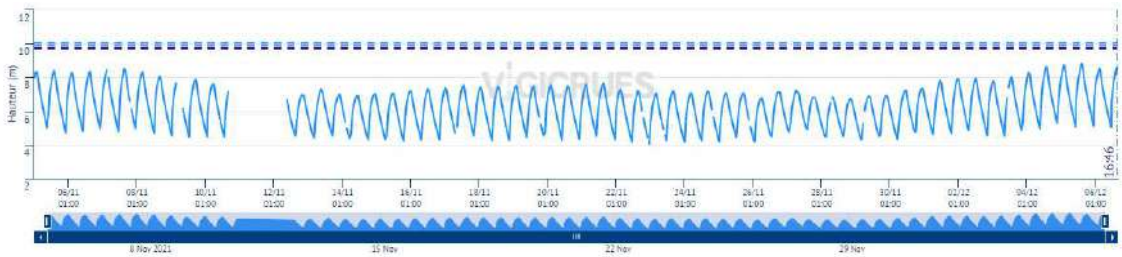


Figure 13 : évolution du niveau de la Seine au droit de la station de Petit-Couronne (76) (source : vigicrues.fr)

La valeur de la hauteur d'eau est indiquée en CMH (cote Marine du Havre). Le zéro hydrographique des Cartes Marines du Havre est situé à 4,38 m au-dessous du zéro IGN 69.

B.4.2. Les inondations par débordement de cours d'eau

La figure suivante présente la cartographie du zonage réglementaire sur la commune de Rouen.

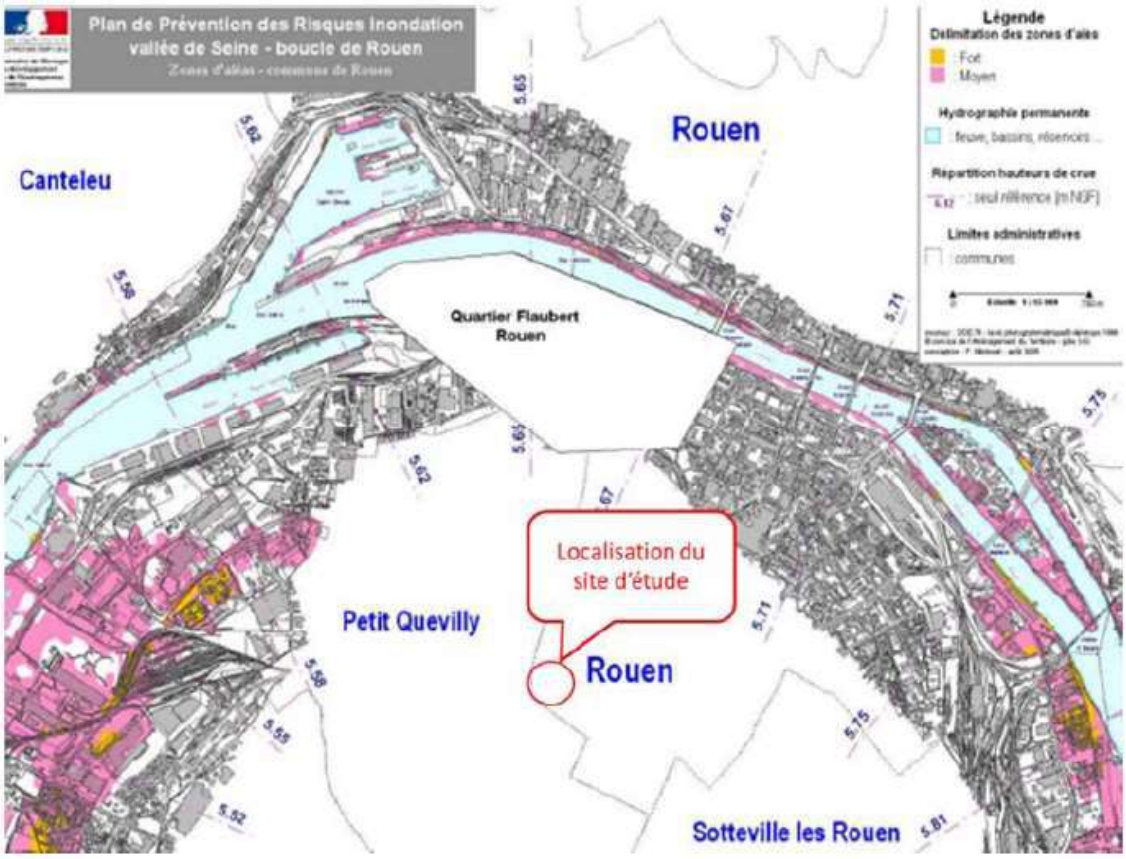


Figure 14: zone d'aléas identifiés sur la commune de Rouen vis-à-vis du risque inondation (source : PPRI de la vallée de Seine - boucle de Rouen - Préfecture de Seine Maritime – août 2005)

D'après le PPRI des boucles de Seine à Rouen, le site d'étude est localisé en dehors de toute zone inondable. Au plus proche du site d'étude à environ 1,2 km, la cote d'inondation est de 5,58 mNGF alors que le site d'étude présente une cote topographique d'environ 7,5 mNGF (cote sous-sol estimée à 4,5 mNGF).

C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU

C.1. Sondages et essais in situ

Dans le cadre de la mission géotechnique réalisée par FONDASOL (références rappelées en p 6 du présent document), des sondages permettant la caractérisation du sous-sol et huit piézomètres ont été effectués au droit du site :

- 8 sondages pressiométriques notés SP1 à SP8, descendus à 30 m/TA en SP2, SP5 et SP8, à 25,5 m/TA en SP1 et SP3, à 25,2 m/TA en SP6 et à 25 m/TA en SP4 et SP7 et comportant un total de 135 essais pressiométriques avec enregistrement des paramètres de forage ;
- 4 sondages de reconnaissances notés SD9 à SD12, descendus à 25 m/TA avec enregistrement des paramètres de forage ;
- 8 sondages de reconnaissance notés PZ13 à PZ18, PZ23 et PZ24, descendus à 11 m/TA en PZ23, 11,5 m/TA en PZ14, 11,0 m/TA en PZ15, 5,5 m/TA en PZ16, PZ17, PZ18, 10,5 m/TA en PZ23 et 6 m/TA en PZ24. Ces sondages ont été équipés avec un tube piézométrique et fermés par un capot métallique ;
- 4 essais de perméabilité de type Matsuo, notés EM19 à EM22 réalisés dans des puits à la pelle mécanique descendus à 2,5 m/TA en EM5, et à 2,4 m/TA en EM20, EM21 et EM22.

Un suivi piézométrique à l'aide de sondes d'acquisition automatiques a été effectué au droit du site d'étude de septembre 2021 à mars 2022.

Le plan d'implantation des sondages est présenté en annexe 1.

C.2. Nivellement des piézomètres

Le nivellement des piézomètres en mNGF est présenté dans le tableau suivant (cote au sol).

Sondage	Aquifère capté	Cote (mNGF)
PZ13	Alluvions + craie blanche	7,71
PZ14	Craie blanche	7,13
PZ15	Alluvions + craie blanche	7,14
PZ16	Remblais + craie blanche	8,24
PZ17	Alluvions + craie blanche	6,92
PZ18	Remblais et alluvions	6,48
PZ23	Craie blanche	7,43
PZ24	Alluvions sableuses	7,18

Tableau 1 : nivellement et équipement des piézomètres

D. SYNTHESE HYDROGEOTECHNIQUE DU PROJET

D.1. Lithologie

La lithologie décrite ci-dessous est issue de l'étude géotechnique de FONDASOL (références rappelées en p 6 du présent rapport), soit de la surface vers la profondeur :

- de 0 / 0,1 m à 1,5 / 3,5 m/TA, localement jusqu'à 0,2 m/TA en SP2, 4,6 m/TA en SP4, 4,2 m/TA en PZ16 et 0,9 m/TA en EM2 : remblais sablo-caillouteux ou argilo-caillouteux marron foncé à gris foncé, localement noirs en SP7, PZ18, EM20, EM21 et EM22. Des débris de construction (béton, briques, ferrailles, …) ont été rencontrés dans les 4 fouilles à la pelle mécanique EM19, EM20, EM21 et EM22. Ce type de débris a également été décelé dans le sondage SP7. Cependant, nous rappelons que les forages SP1 à SP8, SD9 à SD12, PZ13 à PZ18, PZ23 et PZ24 sont de petit diamètre et le mode destructif ne permettent pas nécessairement de déceler ce type d'éléments. Localement, de la matière organique a été rencontrée en SD10 ;
- de 0,2 / 4,6 à 3,6 / 6,4 m/TA, localement 9,7 m/TA en SP1, 8,5 m/TA en PZ13 et 7,3 m/TA en PZ15 : sables et graviers marron clair à ocre (alluvions de la Seine). Cet horizon peut localement contenir des éléments argileux comme en SP2 et SP6 ;
- de 3,6 / 9,7 m/TA et jusqu'à 30 m/TA (fin des sondages SP2, SP5 et SP8) : craie beige à blanche.

Les coupes des piézomètres sont consultables en annexe du présent document. Les coupes des différents ouvrages sont disponibles en annexe de l'étude géotechnique $G2_{AVP}$.

D.2. Hydrogéologie

D.2.1. Nappe présente au droit du site

Des niveaux d'eau sont présents au droit du site :

- dans les formations alluviales : une nappe contenue dans la porosité des matériaux ;
- dans la craie blanche. Il s'agit d'une nappe présentant une double perméabilité au droit du site, sur la base des sondages réalisés :
    - perméabilité en petit, contenue entre les grains de la roche ;
    - perméabilité en grand, contenue dans le réseau de fissures/fractures plus ou moins interconnectées entre elles et pouvant être agrandies par dissolution.

En l'absence d'horizon imperméable entre les alluvions et la craie, ces deux nappes sont considérées en continuité hydraulique.

Concernant spécifiquement les remblais de surface, il n'est pas exclu qu'ils réagissent aux épisodes pluvieux (saturation ponctuelle dans le temps et l'espace). On peut noter qu'au droit de la fosse ascenseur, l'épaisseur de remblais n'est pas conséquente.

D.2.2. Cote de la nappe

La réalisation de huit piézomètres sur site a permis de mesurer le niveau piézométrique de la nappe libre s'écoulant au droit du site. Les niveaux stabilisés mesurés manuellement lors de nos passages sur site sont indiqués dans le tableau suivant. Au droit de 6 piézomètres, les niveaux d'eau mesurés par les enregistreurs automatiques de niveau sont présentés dans les graphiques suivants.

	Lot A et B							
	PZ24 (Alluvions)		PZ13 (Alluvion+Craie)		PZ14 (Craie)		PZ15 (Alluvion+Craie)	
Cote sol du piézomètre (mNGF)	7.18		7.71		7.13		7.14	
Profondeur (m/TA)	5.79		10.88		11.17		10.8	
Cote fond (mNGF)	1.39		-3.17		-4.04		10.94	
Date du relevé	**m/TA**	**mNGF**	**m/TA**	**mNGF**	**m/TA**	**mNGF**	**m/TA**	**mNGF**
06/09/2021			5.26	2.45	4.70	2.43		
07/09/2021							4.33	2.81
20/09/2021			5.33	2.38				
21/09/2021	4.71	2.47	5.33	2.38			4.75	2.39
18/10/2021	4.71	2.47	5.32	2.39	4.75	2.38	4.72	2.42
21/10/2021	4.73	2.45	5.31	2.40	4.74	2.39	4.72	2.42
08/03/2022	4.32	2.86	4.87	2.84	4.28	2.85	4.30	2.84

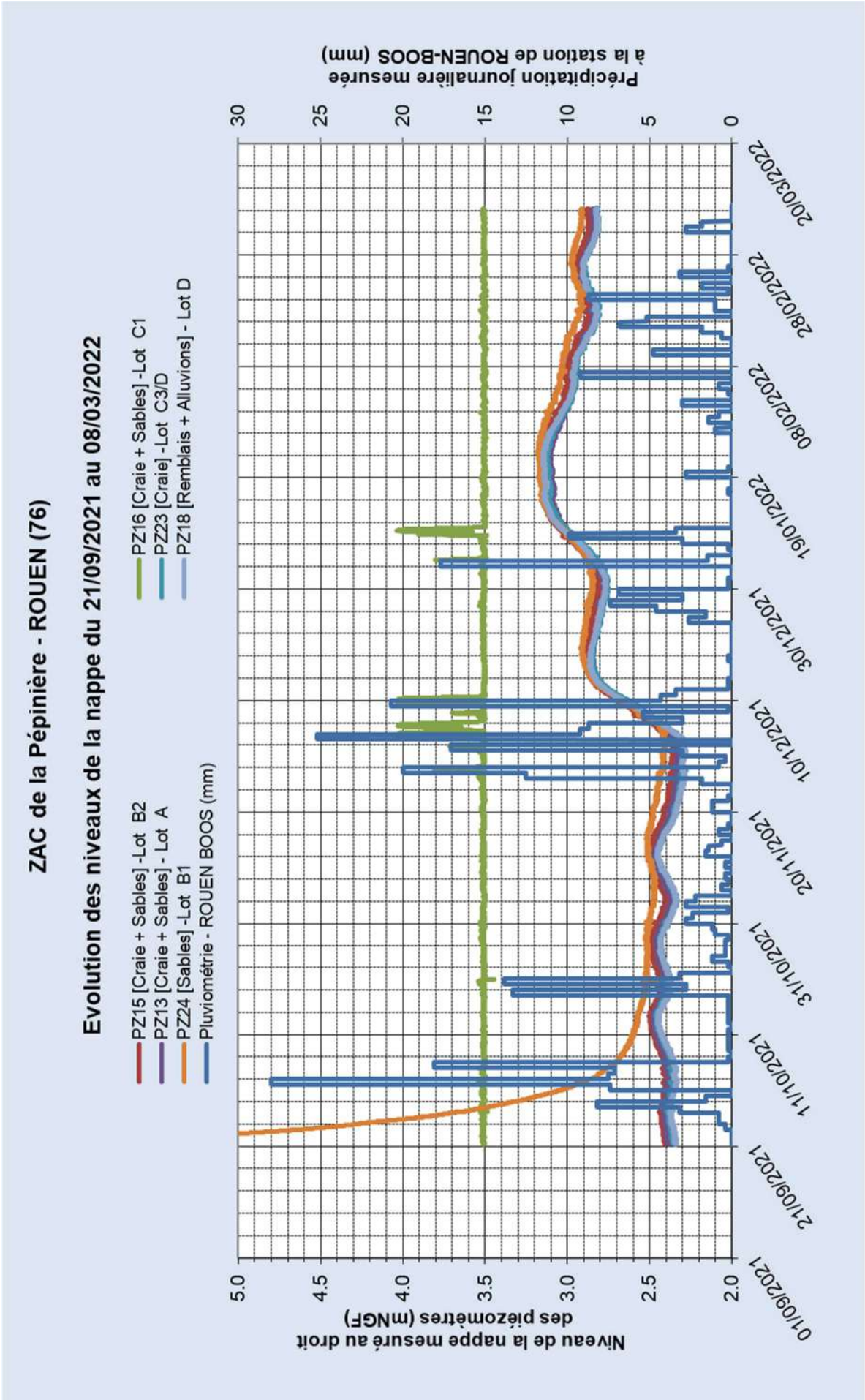
Tableau 2 : mesures piézométriques (mesures Fondasol) – Lot A et B

	Lot C et D							
	PZ16 (Remblais+Craie)		PZ17 (Alluvion+Craie)		PZ18 (Remblais+Alluvions)		PZ23 (Craie)	
Cote sol du piézomètre (mNGF)	8.24		6.92		6.48		7.23	
Profondeur (m/TA)	4.73		4.87		5.16		10.32	
Cote fond (mNGF)	3.51		2.05		1.32		-3.09	
Date du relevé	**m/TA**	**mNGF**	**m/TA**	**mNGF**	**m/TA**	**mNGF**	**m/TA**	**mNGF**
06/09/2021			>4.87	<4.87	4.06	2.42		
07/09/2021	>4.73	<3.51						
20/09/2021							5.07	2.16
21/09/2021	>4.73	<3.51			4.14	2.34	5.07	2.16
18/10/2021	>4.73	<3.51	4.67	2.25	4.10	2.38	4.95	2.28
21/10/2021	>4.73	<3.51	4.68	2.24	4.10	2.38	4.95	2.28
08/03/2022	>4.73	<3.51	4.14	2.78	3.65	2.83	4.60	2.63

Tableau 3 : mesures piézométriques (mesures Fondasol) – Lot C et D

Les niveaux d'eau au droit du site sont compris entre 3,6 et 5,3 m/TA, soit de l'ordre 2,2 à 3,7 mNGF, à la période de mesure.

Il semble que les niveaux d'eau au droit du site soient en continuité, quel que soit l'aquifère recoupé. Sur la base de cette observation, une esquisse de la piézométrie est présentée en figure suivante (figure 15).



Graphique 1 : suivi piézométrique par enregistreurs automatiques avec la pluviométrie

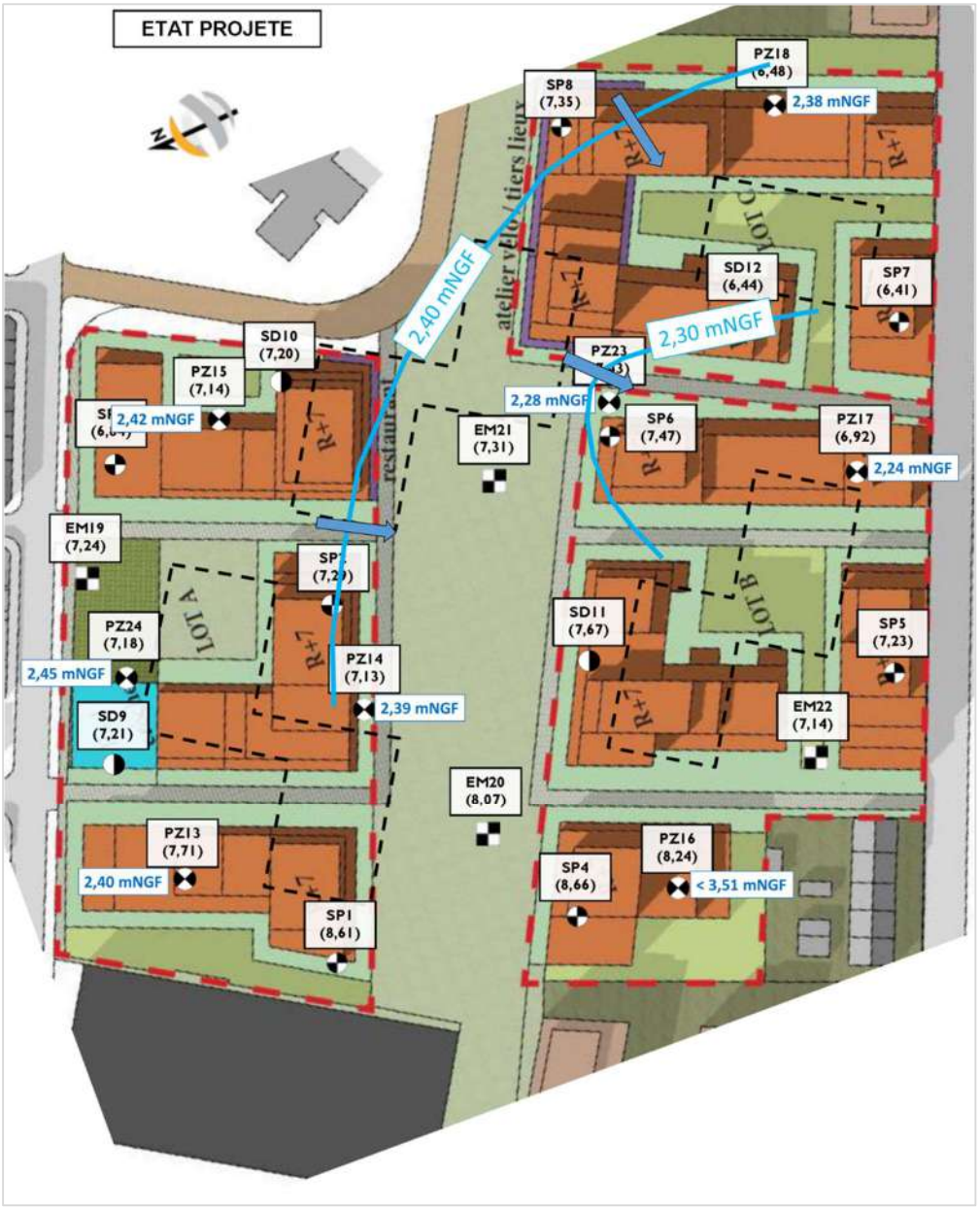


Figure 15 : esquisse piézométrique de la nappe libre au droit du site, le 21/10/2021

La cote basse du sous-sol étant calée à environ 3,5 mNGF, le niveau d'eau se situe actuellement à une cote inférieure au niveau estimé du sous-sol projeté au droit de l'ensemble des points de mesure.

A partir du suivi piézométrique par enregistreurs automatiques, les observations suivantes ont pu être établies :

- le piézomètre PZ16 est resté sec au cours de la période de suivi, à l'exception de deux épisodes pluvieux à la mi-décembre 2021 et début janvier 2022 ;
- l'évolution du niveau observé au droit du piézomètre PZ24 correspond à la descente du niveau d'eau dans le piézomètre suite à son nettoyage le 21/09/2021 (descente lente en lien avec la faible perméabilité de l'encaissant) ;
- la nappe des sables et celle de la craie sont en équilibre hydrodynamique ;
- les battements des nappes présentes au droit du site sont de l'ordre de 0,6-0,9 m sur la période de suivi ;
- le niveau des nappes présentes au droit du site est corrélé avec la pluviométrie : les pluies de la mi-décembre (>25 mm) ont engendré une augmentation du niveau d'eau de l'ordre de 0,5 m ;

- la nappe semble s'écouler en direction de l'ouest-sud-ouest avec un gradient de l'ordre de 0,2 % le 21/10/2021.

NB : il convient de signaler que des arrivées d'eau d'origine météorique à la circulation anarchique pourront être rencontrées dans les formations de surface en fonction des conditions météorologiques.

E. ESTIMATION DES NIVEAUX DE REFERENCE

Les seules données accessibles à ce jour sont les mesures issues du suivi piézométrique par enregistreurs automatiques de niveau effectuées par Fondasol lors de notre intervention de septembre et octobre 2021 au droit du site.

Les fluctuations précises du niveau de la nappe au droit du projet ne pourront être approchées qu'à l'issue d'un suivi piézométrique durant une année hydrologique complète.

À partir des données bibliographiques ainsi que du relevé piézométrique effectué au droit du piézomètre voisin, nous proposons de retenir, comme estimation de niveaux de référence selon les Eurocodes, les paramètres suivants :

- EB : le niveau susceptible d'être dépassé 50% du temps de référence (50 ans) ;
- EH : le niveau qui présente, en principe, une période de retour de 50 ans ;
- EE : le niveau exceptionnel qui correspond au niveau maximal susceptible d'être atteint pendant la durée de vie de l'ouvrage (50 ans, ou niveau où un dispositif d'écrêtement limite la pression de l'eau souterraine).

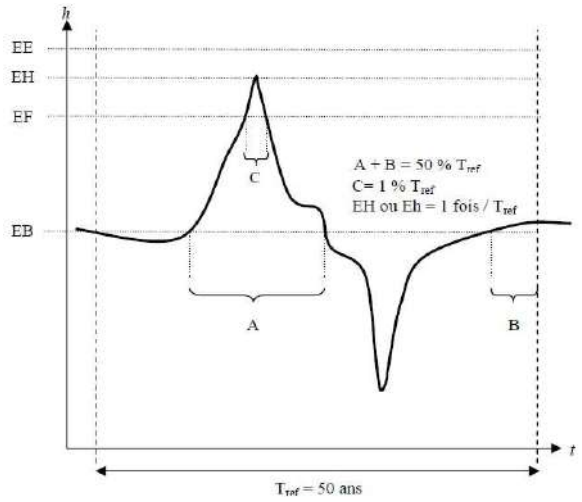


Figure 16 : représentation schématique des niveaux caractéristiques

D'une manière générale, le niveau des nappes connaît des fluctuations, notamment des remontées qui peuvent dépendre de trois facteurs :

- le battement saisonnier ou interannuel de la nappe ; ce paramètre est directement lié à l'intensité de la recharge de la nappe par les précipitations (B) ;
- l'incidence des pompages existants à proximité ou à distance du site (industriels, parkings souterrains, épuisement de fouilles dans le cas de travaux, etc…) qui créent un rabattement artificiel du niveau piézométrique. En cas d'arrêt durable de ces prélèvements, un relèvement (R) du niveau piézométrique se produirait ;
- la transmission d'ondes de crue dans l'aquifère à partir de rivière en crue, amortie dans le terrain aquifère, selon la distance à la berge (A).

Le niveau maximum de la nappe prévisible à terme peut donc s'exprimer par la formule suivante :

EH = NA + B + R + A où NA correspond au niveau d'étiage de la nappe

Battement saisonnier et interannuel (B)

Les variations saisonnières du niveau d'une nappe sont directement liées à l'intensité de la réalimentation de l'aquifère superficiel par la pluie efficace sur un cycle hydrologique. A ce stade, il n'existe pas de suivi piézométrique au droit du site d'étude, ni dans un contexte géologique et hydrographique similaire.

D'après les données recueillies par le suivi piézométrique en continu par enregistreurs automatiques, il a été mis en évidence que le niveau de la nappe présente au droit du site est faiblement corrélé avec la pluviométrie : la pluie de 28 mm du 02/10/2021 a engendré une augmentation du niveau d'eau de l'ordre de 0,05 m.

Pour la suite de l'étude, dans l'attente du suivi piézométrique au droit du site, par sécurité, nous retiendrons donc ce battement saisonnier et interannuel.

B ≈ 1,5 m

Niveau d'étiage (NA)

Ne disposant d'une période de mesures de niveau d'eau stabilisé au droit du site suffisamment longue, pour la suite de l'étude, nous considérerons que la période de mesure est proche d'un niveau de basses eaux (hypothèse réaliste) et poserons donc l'hypothèse suivante.

$NA_{PZ24/PZ13/PZ15}$ = 2,3 mNGF

$NA_{PZ14/PZ18}$ = 2,2 mNGF

NA_{PZ16} < 2,8 mNGF

$NA_{PZ17/23}$ = 2,1 mNGF

Transmission de l'onde de crue (A)

A priori, d'après notre expérience du secteur, le niveau de la nappe au droit du site pourrait être contrôlé par le niveau du réseau hydrographique, donc par la Seine.

En conséquence, nous allons considérer une transmission d'onde de marée de la Seine dans la nappe de la craie (hors présence de systèmes de type palplanches, visant à limiter la transmission d'onde de marée ou d'onde de crue dans les terrains aquifères) : nous avons évalué l'amortissement d'une onde dans les terrains aquifères avec la formule suivante :

$$A = A_0 . e^{-x\sqrt{\frac{\pi . S}{t_0 . T}}}$$

Avec :

- A_0 : amplitude des variations du niveau de la Seine, liée à une crue (m) = 6 m environ ;
- A : amplitude des variations au droit du site (m) = paramètre recherché ;
- x : distance au cours d'eau en période de crue (m) = 1 300 m (plus proche de la crue) ;
- t_0 : durée de la crue (s) : 2 semaines ;
- T : transmissivité estimée de l'aquifère concerné : 1.10^{-2} m^2/s (données bibliographique) ;

- S : coefficient d'emmagasinement estimé de l'aquifère concerné (sans unité) = estimation de 1%.

A = 0,7 m

Influence des pompages voisins (R)

La consultation des bases de données du Sous-Sol (BSS et ADES) n'indique pas d'ouvrage d'eau avec exploitation industrielle à moins de 400 m du site.

Si des forages exploitent la nappe à proximité du site, mais ne sont pas déclarés dans les bases de données, nous considérerons que ce sont des ouvrages de particuliers, qui peuvent exploiter la nappe pour des besoins domestiques, soit quelques centaines de l/j. En tout état de cause, cette exploitation domestique ponctuelle ne va pas entrainer une incidence notable sur le niveau de la nappe au droit du site.

En conséquence, en première approche, nous allons donc retenir une influence de l'arrêt des pompages voisins nulle.

R = 0 m

Estimation des niveaux caractéristiques au droit du site

L'addition au niveau d'étiage actuel de la nappe (NA) et des différents paramètres pris en compte (A, B et R) permet d'approcher le niveau EH.

D'après les différentes informations collectées, le niveau EH se décompose de la manière suivante :

- NA :
  - PZ24/PZ13/PZ15 : 2,3 mNGF ;
  - PZ14/PZ18 : 2,2 mNGF ;
  - PZ16 < 2,8 mNGF ;
  - PZ17/PZ23 : 2,1 mNGF ;
- $B_{estimé}$: 1,5 m ;
- A : 0,7 m ;
- R : 0 m.

D'après le calcul, on trouve le niveau EH suivant, dans la limite du TA :

EH_{PZ24} = 4,5 mNGF, soit 2,7 m/TA

EH_{PZ13} = 4,5 mNGF, soit 3,2 m/TA

EH_{PZ14} = 4,4 mNGF, soit 2,7 m/TA

EH_{PZ15} = 4,5 mNGF, soit 2,6 m/TA

EH_{PZ16} < 5,0 mNGF, > 3,3 m/TA

EH_{PZ17} = 4,3 mNGF, soit 2,6 m/TA

EH_{PZ18} = 4,4 mNGF, soit 2,1 m/TA

EH_{PZ3} : 4,3 mNGF, soit 2,9 m/TA

De plus, pour permettre d'obtenir le niveau EB, nous utiliserons un demi-battement saisonnier et interannuel supérieur au niveau NA. On retiendra un niveau EE supérieur de 0,5 m au niveau EH.

	Cote	EB	EH	EE
Lot A et B	PZ24 (lot B1)	3,1 mNGF, soit 4,1 m/TA	4,5 mNGF, soit 2,7 m/TA	5,0 mNGF, soit 2,2 m/TA
	PZ13 (Lot A)	3,1 mNGF, soit 4,7 m/TA	4,5 mNGF, soit 3,2 m/TA	5,0 mNGF, soit 2,7 m/TA
	PZ14 (Lot B1)	3,0 mNGF, soit 4,2 m/TA	4,4 mNGF, soit 2,7 m/TA	4,9 mNGF, soit 2,2 m/TA
	PZ15 (Lot B2)	3,1 mNGF, soit 4,1 m/TA	4,5 mNGF, soit 2,6 m/TA	5,0 mNGF, soit 2,1 m/TA
Lot C et D	PZ16 (Lot C1)	< 3,5 mNGF, soit >4,7 m/TA	< 5,0 mNGF, soit > 3,3 m/TA	< 5,5 mNGF, soit > 2,8 m/TA
	PZ17 (Lot C3)	2,9 mNGF, soit 4,1 m/TA	4,3 mNGF, soit 2,6 m/TA	4,8 mNGF, soit 2,1 m/TA
	PZ18 (Lot D)	3,0 mNGF, soit 3,5 m/TA	4,4 mNGF, soit 2,1 m/TA	4,9 mNGF, soit 1,6 m/TA
	PZ23 (Lot C3/D)	2,9 mNGF, soit 4,4 m/TA	4,3 mNGF, soit 2,9 m/TA	4,8 mNGF, soit 2,4 m/TA

Tableau 4 : niveaux caractéristiques estimés EB, EH et EE (Eurocodes

Remarques importantes :

Les niveaux définis ci-dessus correspondent à des estimations théoriques sur la base de données bibliographiques et des mesures piézométriques réalisées à ce jour. Ces niveaux de référence peuvent néanmoins faire l'objet de variations en fonction d'aléas imprévisibles :

- aléas naturels : période et intensité de pluie ou de neige exceptionnelle ou de changements climatiques imprévisibles à ce jour (comme l'augmentation du niveau des océans du fait du réchauffement climatique) ;

- aléas artificiels : phénomène de drainage ou de réalimentation provoqués par des travaux proches, de futures canalisations, des pompages en sous-sol, la mise en place de réseaux profonds ou de dispositifs d'infiltrations ;

- des écoulements superficiels et temporaires peuvent également avoir lieu dans les remblais en période humide.

F. AVIS SUR LES RISQUES D'INTERFERENCE AVEC LE PROJET

L'analyse du contexte géologique et hydrogéologique local sur la base, d'une part du rapport de Fondasol (référence rappelée en p 6 du présent rapport), et d'autre part des données bibliographiques, indique la présence d'un aquifère au droit du site dans les formations de alluviales et crayeuses.

D'après l'analyse du contexte hydrogéologique local sur la base de données bibliographiques, et des sondages réalisés, la zone d'étude se trouve au droit d'une zone qui présente un risque avéré de remontées de nappe.

L'analyse géologique et hydrogéologique du site nous permet donc d'estimer sur la base des mesures piézométriques réalisées lors de notre intervention, et conformément aux Eurocodes, les niveaux de référence dans le tableau 4 en page précédente.

Au vu de l'estimation de ces niveaux de référence et compte tenu de la présence de niveaux enterrés dont le niveau bas serait calé à la cote 3,5 mNGF, le projet recouperait les niveaux caractéristiques de nappes estimés en EH et EE au droit de l'ensemble des piézomètres du site.

Le concepteur devra intégrer ces cotes prévisionnelles de nappe dans son projet.

ANNEXES

I. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

1. Formation du Contrat
Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.
Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

2. Entrée en vigueur
Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du Contrat.

3. Prix
Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant le dernier indice publié à la date d'émission du devis.
Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.
Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profondeurs, mètres linéaires, nombre d'essais, etc) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

4. Obligations générales du Client
4.1 Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.
4.2 Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnait et accepte expressément.
La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.
4.3 Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :
- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;
- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;
- fournir, conformément aux articles R.554-1 et suivants du même chapitre du code de l'environnement, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaitre l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

4.4 La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

5. Obligations générales du Prestataire
Le Prestataire devra :
- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;
- Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.
En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain diffèrent des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

6. Délais de réalisation
À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution données dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

- Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

7. Formalités, autorisations et accès, obligations d'information, dégâts aux ouvrages et cultures
À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou règlementaires non transférable par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'historique du site et à la pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non-consécutif, résultant des évènements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire.
Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et /ou les

réparations font partie des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

8. Implantation, nivellement des sondages
À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais.

9. Hydrogéologie - Géotechnique
9.1 Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).
9.2 L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment à titre d'exemple glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.
9.3 L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des Prestations de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Pollution - dépollution
Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maitrise d'œuvre ou la maitrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaire au transport, au traitements et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.
Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs.
Les missions d'assistance à maitrise d'œuvre ou de maitrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client
Sauf disposition contraire du Contrat et sous réserve des présentes conditions générales, la remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site du Client est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document fourni dans le cadre des Prestations doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. A défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. A défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties pourront mettre en œuvre le processus de règlement des litiges tel que défini au Contrat. A défaut de mise en œuvre de ce processus, le rapport sera considéré comme approuvé définitivement trois mois après la date de sa remise initiale au Client.

12. Réserve de propriété, confidentialité
Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

13. Propriété Intellectuelle
Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné.
En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « *source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJ/MM/AAAA* » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

14. Modifications du contenu des Prestations en cours de réalisation
La nature des Prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le Client et ceux recueillis lors de l'établissement du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, en sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

15. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport
Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maitre d'ouvrage, constructeur ou maitre d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révélé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

16. Force Majeure
Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force majeure. La Force Majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force Majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeures affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.
Tout événement de Force Majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force Majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.
Quand l'événement de Force Majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force Majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie
Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations.
Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e).
En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.
En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.
En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.
Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.
Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

18. Suspension
L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :
(i) En cas d'Imprévus,
(ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
(iii) En cas de Force Majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.
Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente

(30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

19. Résiliation

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.

19.1 Résiliation pour manquement

Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.

19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée

Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.

19.3 Indemnisation pour résiliation

En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :

(i) Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et

(ii) Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,

(iii) les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et

(iv) un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.

19.4 Effets de la résiliation

La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

20. Répartition des risques, responsabilités

20.1 Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte-tenu de sa compétence. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

20.2 Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution de ses Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. A ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements, que ceux-ci soient considérés directs ou non.

20.3 Le Prestataire sera garanti et indemnisé en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

21. Assurances

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire**. Il est expressément convenu que le Client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, le Client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. A défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

22. Changement de lois

Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

23. Interprétation, langue

En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

25. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRESENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITE, SON INTERPRETATION, SON EXISTENCE, SA REALISATION, DEFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RESILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.

À DEFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DELAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ETAT D'UN DIFFEREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RESOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPETENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT REGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

2. ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchainement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		**Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)**		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	**Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)**		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	**Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)**		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (*choix constructifs*)
	PRO	**Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)**		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (*choix constructifs*)
	DCE/ACT	**Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT**		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	**Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude** *(en interaction avec la phase suivi)*	**Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution** (*en interaction avec la phase supervision du suivi*)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (*réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience*)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	**Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi** *(en interaction avec la Phase Étude)*	**Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution** (*en interaction avec la phase Supervision de l'étude*)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	**Diagnostic géotechnique (G5)**		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

3. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

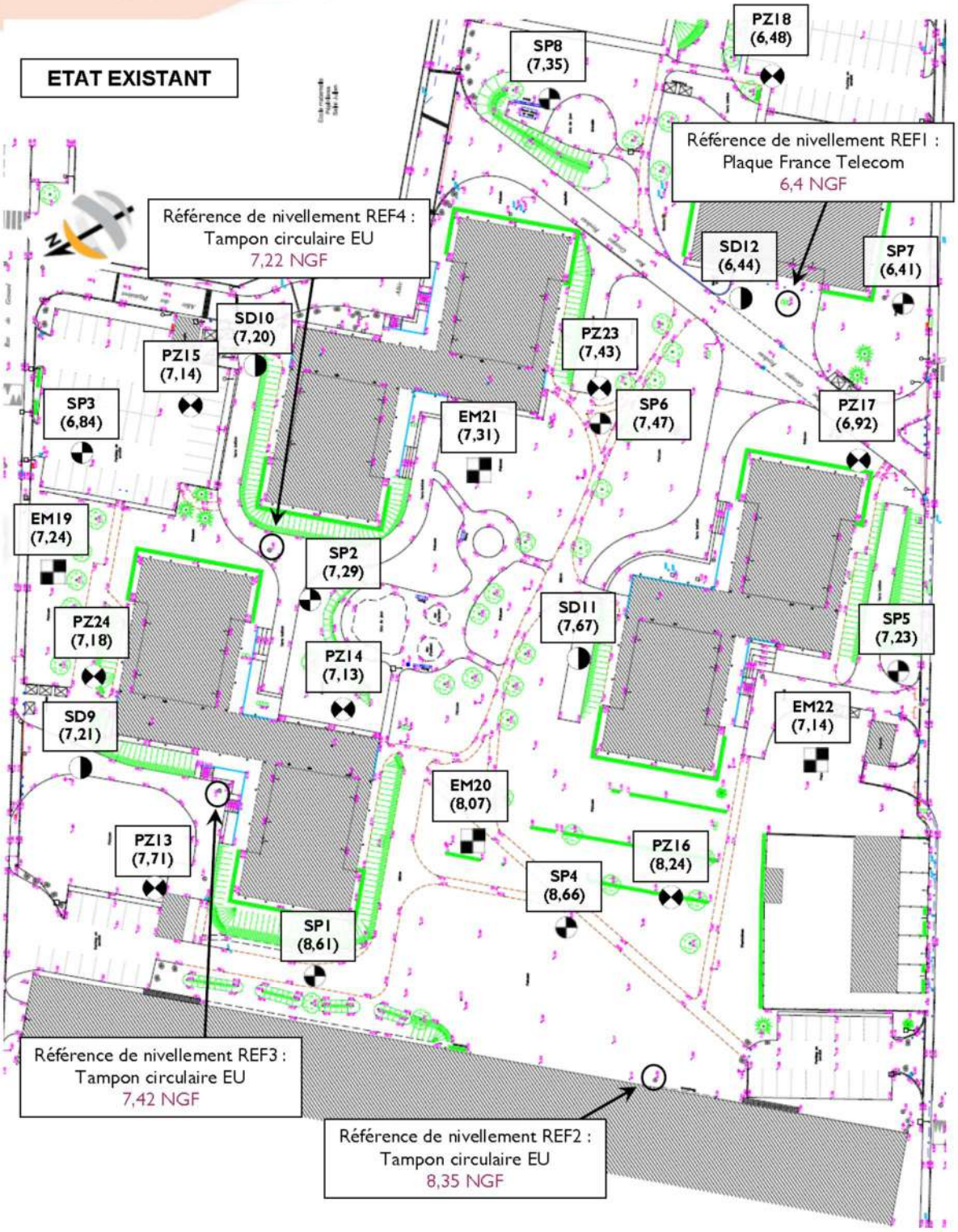
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Février 2014

ANNEXE N°1 – IMPLANTATION DES SONDAGES



Plan d'implantation des sondages (source : rapport G1+G2AVP – 14GT.21.0111)

ANNEXE N°2 – COUPE DES PIEZOMETRES

Construction de 590 logements - ROUEN (76) ROUEN (76)

PZ13	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,71 m (NGF)	0,0°	11,0 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
23/08/2021	23/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
7,71	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé					
	1							
			2,2 m					
5,51	2		Sables caillouteux marron clair					
	3							
	4							
	5			5,9 m	eau	taillant rotopercussion Ø115mm	Roto-percussion Ø120-140 mm	piézomètre ouvert
	6							
	7						7 m	
	8		8,5 m					
-0,79	9		Craie blanche à silex					
	10		11 m		11 m	11 m		10,8 m
-3,29	11							

1 Certainement influencé par l'eau de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 23/08/21 à 5,9 m
2 Le 06/09/21 - Niveau d'eau à 5,26 m
3 Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 5,33 m

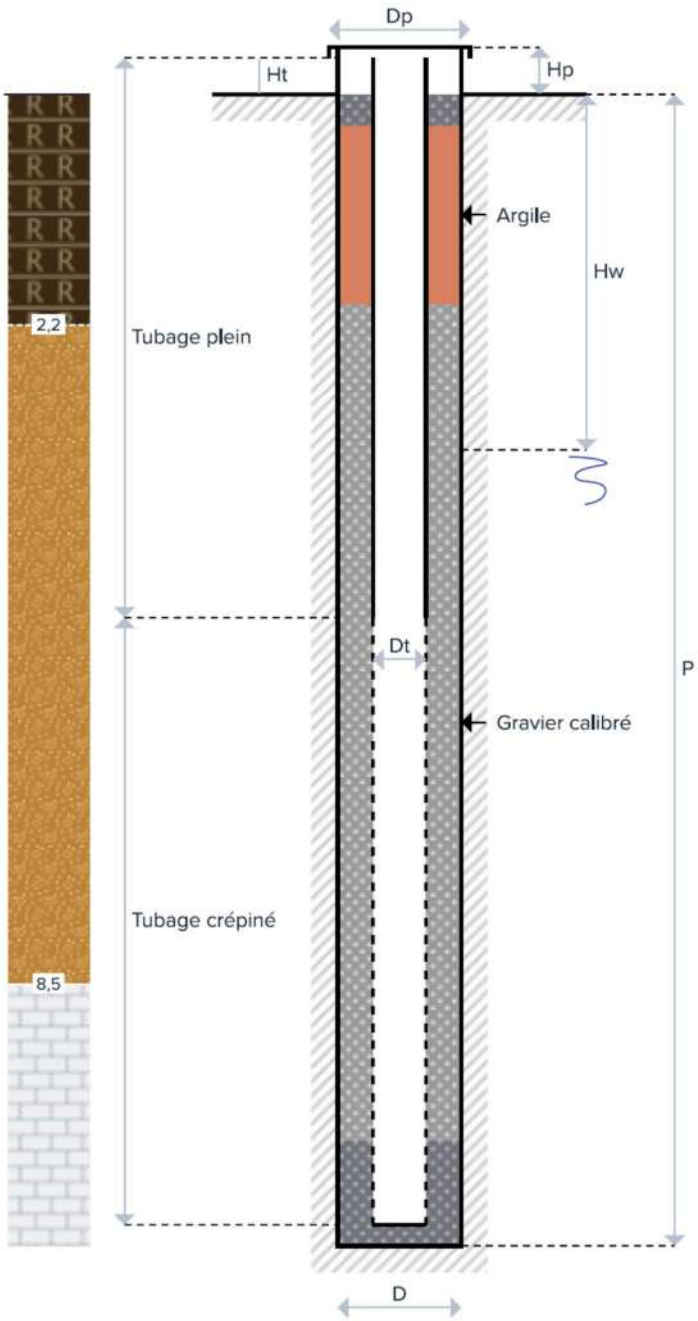
www.soilcloud.fr

fondasol **Construction de 590 logements - ROUEN (76)** ROUEN (76)

PZ13	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,71 m (NGF)	11,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_13	Piézomètre ouvert	23/08/2021	23/08/2021

Sondage			
Prof.	P	11,0	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	5,9	m
Après équipement	H_w	3,4	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	0,5	mm
	De 5,0 à 10,8		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,35	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,3 à 2,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 2,0 à 10,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,45	m



fondasol

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ14	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,13 m (NGF)	0,0°	11,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
23/08/2021	23/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
7,13	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé					
	1		1,8 m					
5,33	2		Sables caillouteux marron clair					
	3							
	4		4,4 m	2				
2,73	5			5,3 m	eau	taillant rotopercussion 115mm	Roto-percussion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	6							
	7		Craie blanche					
	8						9 m	
	9							
	10							11 m
-4,37	11		11,5 m		11,5 m	11,5 m		

[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 23/08/21 à 5,3 m
[2] Le 06/09/21 - Niveau d'eau à 4,7 m

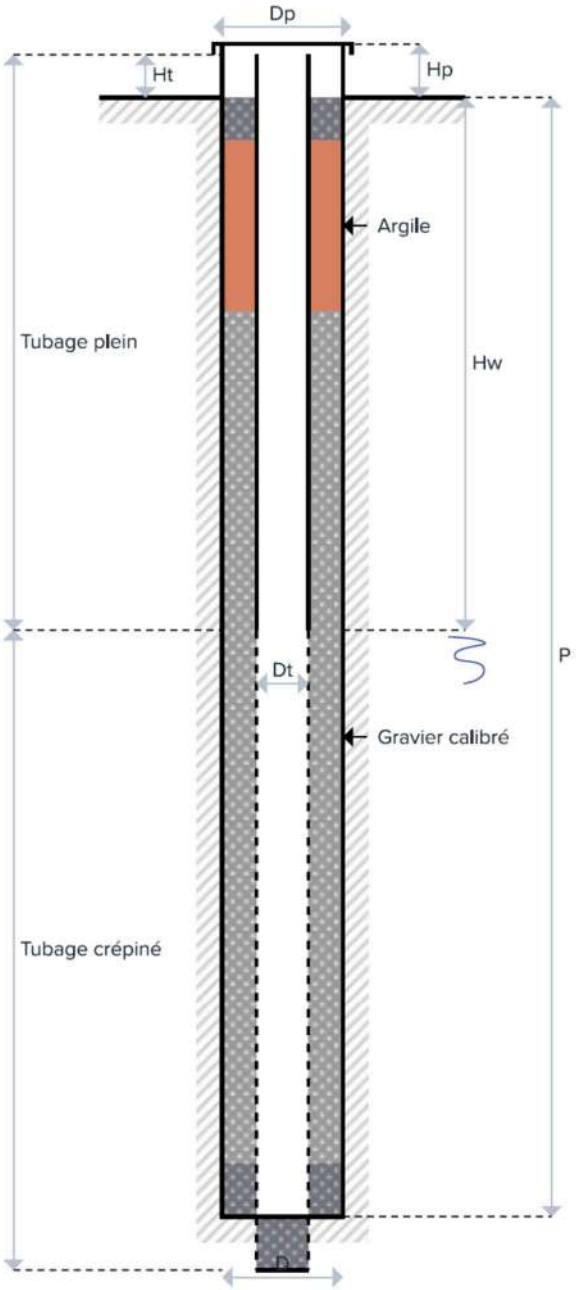
www.soilcloud.fr

fondasol **Construction de 590 logements - ROUEN (76)** ROUEN (76)

PZ14	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,13 m (NGF)	11,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_14	Piézomètre ouvert	23/08/2021	23/08/2021

Sondage			
Prof.	P	10,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	5,3	m
Après équipement	H_w	5,0	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	1,0	mm
	De 5,0 à 11,0		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,4	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,4 à 2,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 2,0 à 10,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,5	m



fondasol

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ15	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,14 m (NGF)	0,0°	11,0 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
24/08/2021	24/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
7,14	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé					
	1		1,8 m					
5,34	2		Sables caillouteux marron clair	2 4,6 m	eau	taillant rotopercussion 115mm	Roto-percussion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	3							
	4							
	5							
	6							
	7		7,3 m				7,5 m	
-0,16	8		Craie blanche à silex					
	9							
	10		11 m		11 m	11 m		10,8 m
-3,86	11							

[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 24/08/21 à 4,6 m
[2] Le 06/09/21 - Niveau d'eau à 4,33 m
[3] Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 4,75 m

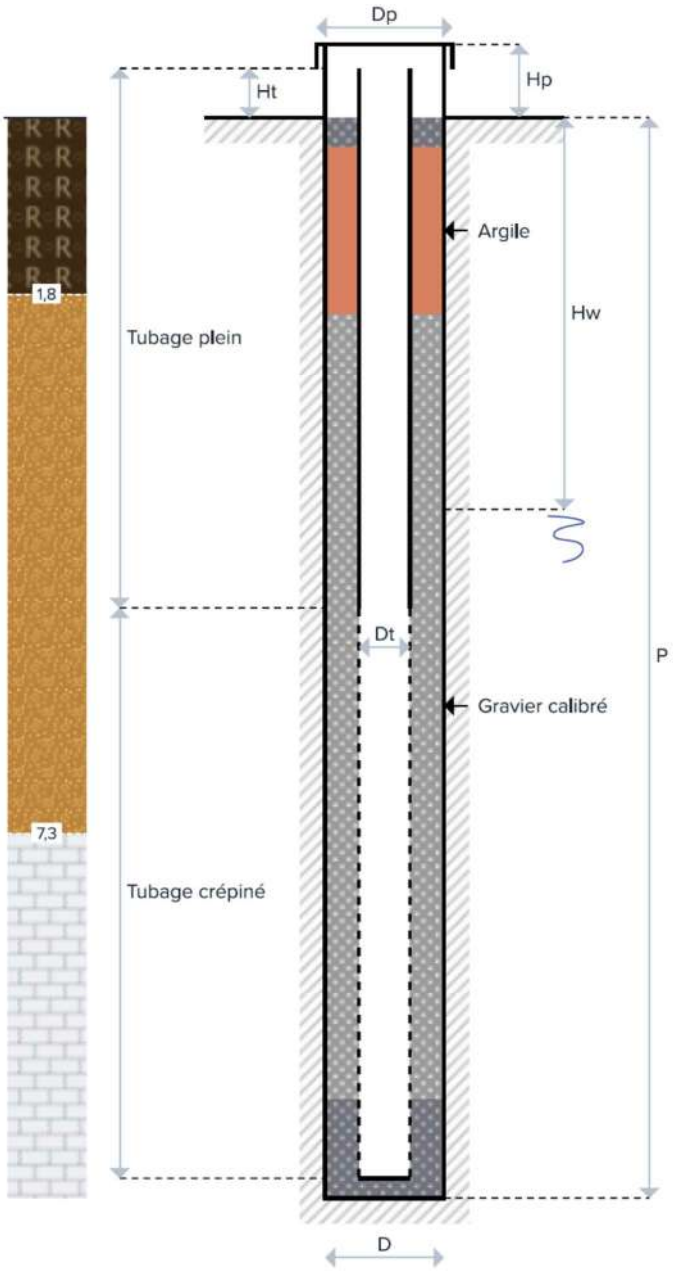
www.soilcloud.fr

fondasol **Construction de 590 logements - ROUEN (76)** ROUEN (76)

PZ15	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,14 m (NGF)	11,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_15	Piézomètre ouvert	24/08/2021	24/08/2021

Sondage			
Prof.	P	11,0	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	4,6	m
Après équipement	H_w	4,0	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	1,0	mm
	De 5,0 à 10,8		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,0	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,3 à 2,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 2,0 à 10,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☒ Non		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☑ Oui		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,0	m



fondasol	Construction de 590 logements - ROUEN (76)	ROUEN (76)

PZ16	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+8,24 m (NGF)	0,0°	5,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
24/08/2021	24/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
8,24	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé	0,9 m	eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Roto-percussion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	1		1,7 m					
6,54	2		Remblais : Sables caillouteux marron foncé					
	3		4,2 m					
4,04	4		Craie gris/beige				5 m	5 m
	5		5,5 m	2	5,5 m	5,5 m		
2,74								

1 Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 24/08/21 à 0,9 m
2 Le 20/09/21 - Pas d'eau jusqu'à 5,5 m

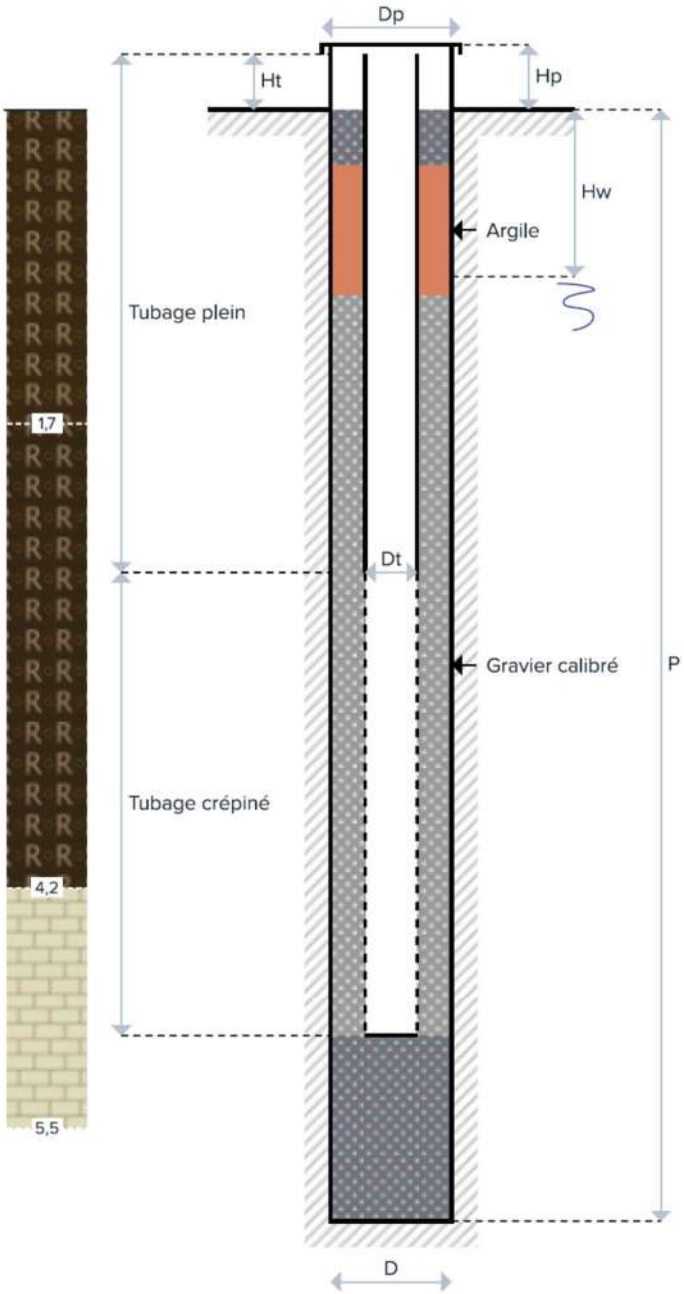
www.soilcloud.fr

fondasol **Construction de 590 logements - ROUEN (76)** ROUEN (76)

PZ16	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+8,24 m (NGF)	5,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_16	Piézomètre ouvert	24/08/2021	24/08/2021

Sondage			
Prof.	P	6,0	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	0,9	m
Après équipement	H_w	0,9	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	52,0	mm
Crépines	Fente	1,0	mm
	De 2,5 à 5,0		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,3	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,3 à 1,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 1,0 à 5,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,35	m



fondasol

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ17	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+6,92 m (NGF)	0,0°	5,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
20/08/2021	20/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
6,92	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé 2,6 m	0,3 m	eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Roto-percussion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
4,32	3		Sables graveleux marron clair 4,3 m					
2,62	4		Craie blanche à silex 5,5 m	2	5,5 m	5,5 m	5 m	5 m
1,42	5							

1 Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 20/08/21 à 0,3 m
2 Le 06/09/21 - Pas d'eau jusqu'à 5,5 m

www.soilcloud.fr

fondasol

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

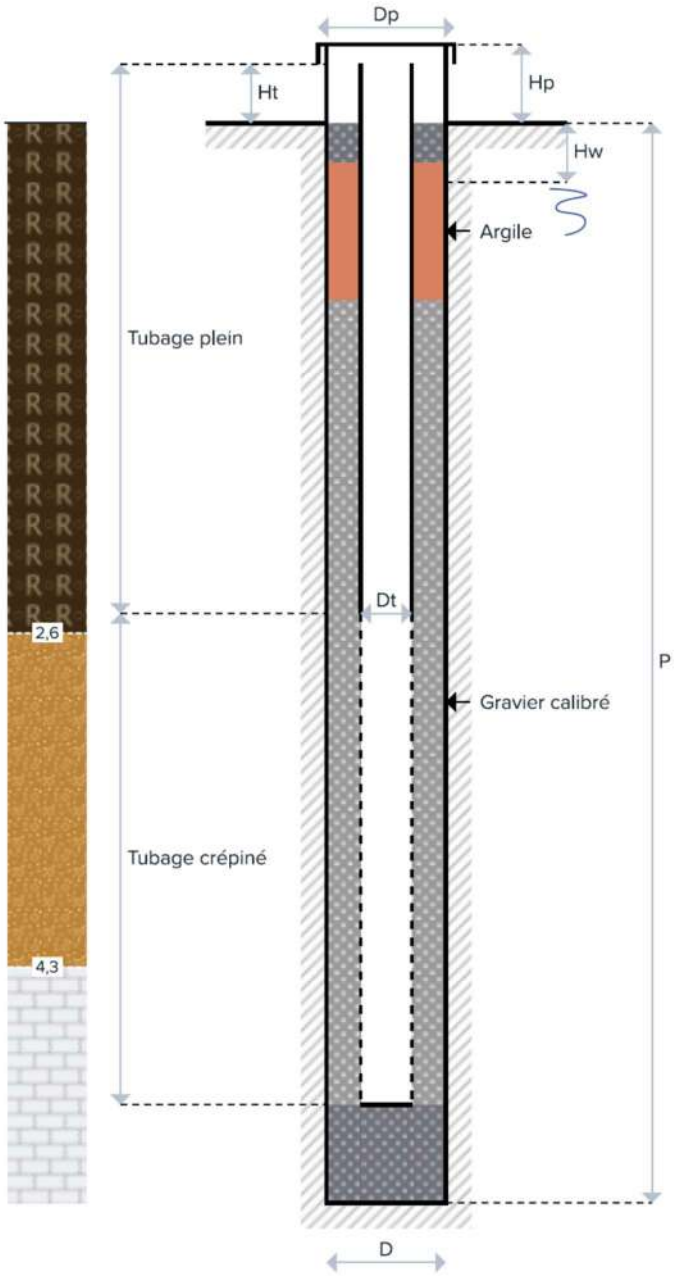
ROUEN (76)

PZ17

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
+6,92 m (NGF)	5,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_17	Piézomètre ouvert	20/08/2021	20/08/2021

Sondage			
Prof.	P	5,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	0,3	m
Après équipement	H_w	0,3	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	52,0	mm
Crépines	Fente	1,0	mm
	De 2,5 à 5,0		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,3	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,2 à 0,9		m
Gravier calibré - / - mm	De 0,9 à 5,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,4	m



fondasol

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

(N° Projet: PR.14GT.21.0111)
ROUEN (76)

PZ18	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+6,48 m (NGF)	0,0°	5,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
25/08/2021	25/08/2021	SD70.8	Michalec Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Equipement
6,48	0		Remblais argilo-caillouteux gris foncé 0,6 m					
5,88	1		Remblais caillouto-sableux gris foncé 2,2 m					
4,28	2		Remblais : argiles sablo-caillouteuses marron foncé à noires 3,5 m		Eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Roto-percussion diam 120-140 mm	Piézomètre ouvert
2,98	3			4 m			5 m	5 m
	4		Sables graveleux marron clair					
0,98	5		5,5 m		5,5 m	5,5 m		

[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 25/08/21 à 4 m
[2] Le 06/09/21 - Niveau d'eau à 4,06 m
[3] Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 4,14 m

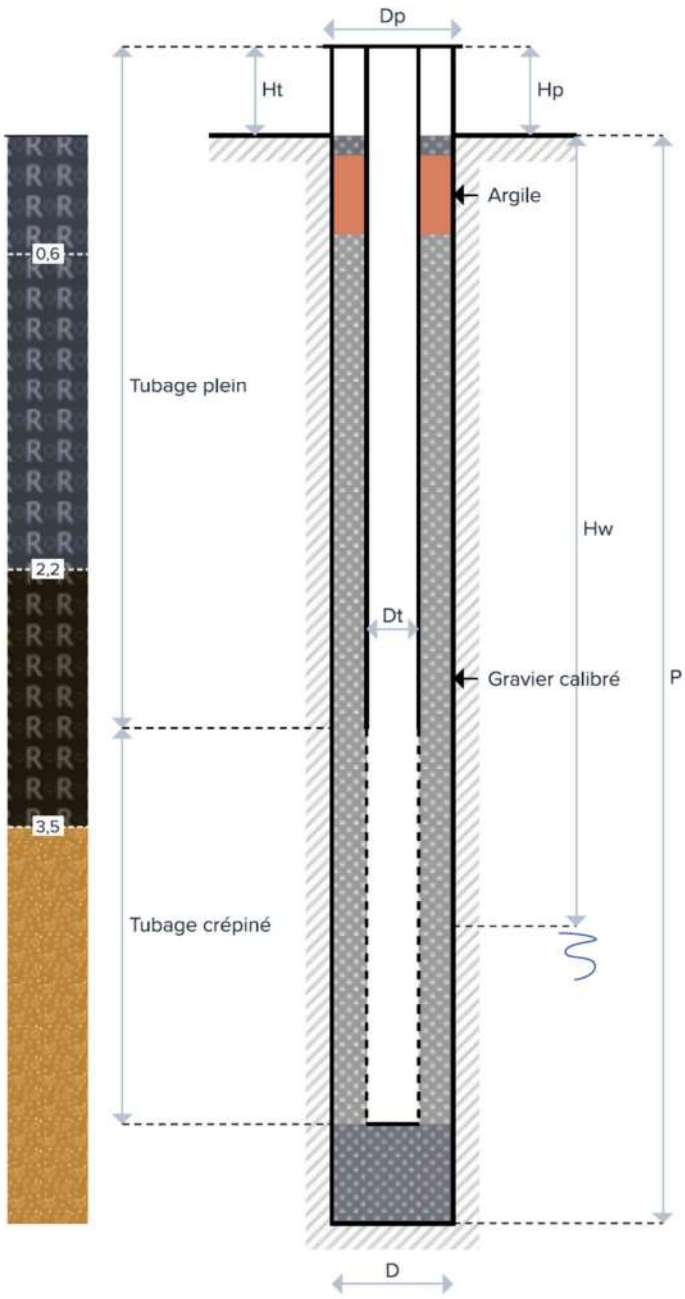
www.soilcloud.fr

fondasol **Construction de 590 logements - ROUEN (76)** ROUEN (76)

PZ18	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+6,48 m (NGF)	5,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ_18	Piézomètre ouvert	25/08/2021	25/08/2021

Sondage			
Prof.	P	5,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	0,6	m
Après équipement	H_w	4,0	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	52,0	mm
Crépines	Fente	0,5	mm
	De 3,0 à 5,0		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,0	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,1 à 0,5		m
Gravier calibré - / - mm	De 0,5 à 5,0		m
Chaussette	De 0,0 à 0,0		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,45	m



fondasol

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ23	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,43 m (NGF)	0,0°	10,5 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
15/09/2021	15/09/2021	SD70.8	MICHALEC Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Equipement
7,43	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé		Eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Piézomètre PVC diam 45/52 mm crépiné de 5 à 10 m avec bouchon de fonc
	1		1,6 m				
5,83	2		Sable et graviers marron clair	2,1 m			
	3		4 m				
3,43	4		Craie blanche à silex	2			
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10		10,5 m		10,5 m	10,5 m	10,3 m
-3,07							

1 Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 15/09/21 à 2,1 m
2 Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 5,07 m

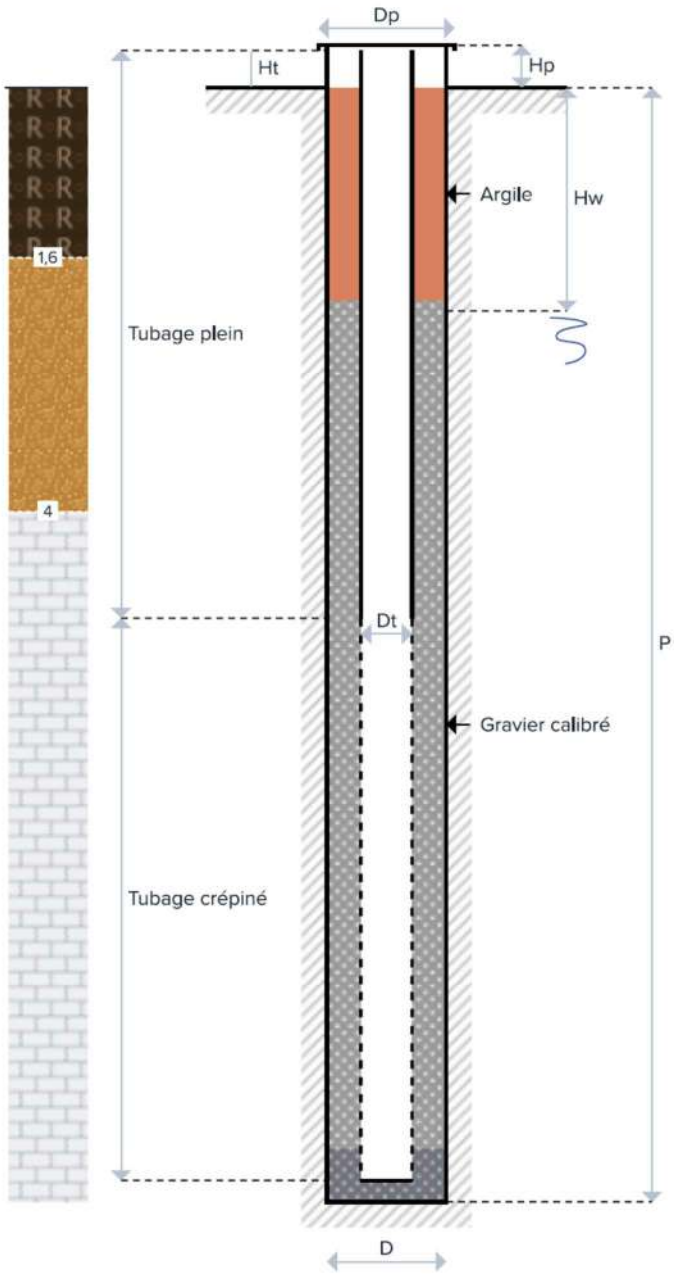
www.soilcloud.fr

fondasol **Construction de 590 logements - ROUEN (76)** ROUEN (76)

PZ23	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,43 m (NGF)	10,5 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ23	Piézomètre ouvert	15/09/2021	15/09/2021

Sondage			
Prof.	P	10,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	2,1	m
Après équipement	H_w	2,1	m
Tube			
☒ Aucun(e)			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	0,5	mm
	De 5,0 à 10,3		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,35	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,0 à 2,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 2,0 à 10,0		m
Chaussette	De - à -		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,4	m



fondasol

Construction de 590 logements - ROUEN (76)

ROUEN (76)

PZ24	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
			+7,18 m (NGF)	0,0°	6,0 m	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
14/09/2021	14/09/2021	SD70.8	MICHALEC Freddy

Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Niveau d'eau	Fluides	Outils	Equipement
7,18	0		Remblais sablo-caillouteux marron foncé				
	1		1,6 m				
5,58	2		Sable et graviers marron clair		Eau	Taillant rotopercussion diam 115 mm	Piézomètre PVC diam 45/52 mm crépiné de 2 à 5,5 m avec
	3						
	4			4,2 m			
	5		6 m		6 m	6 m	5,5 m
1,18	6						

[1] Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 14/09/21 à 4,2 m
[2] Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 4,71 m

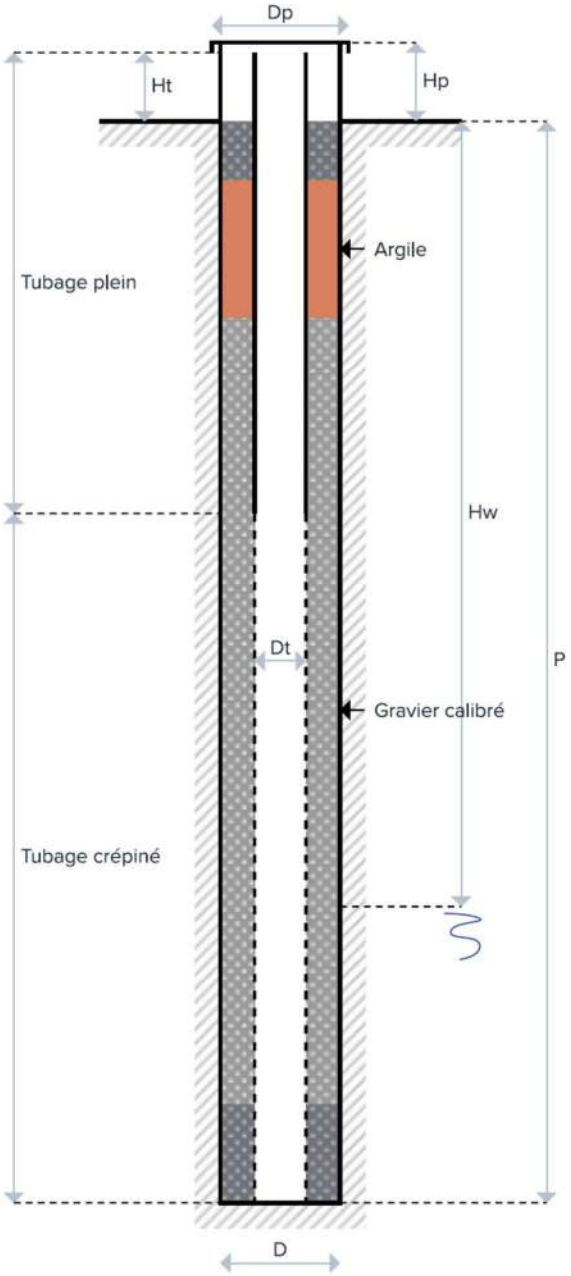
www.soilcloud.fr

fondasol **Construction de 590 logements - ROUEN (76)** ROUEN (76)

PZ24	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+7,18 m (NGF)	6,0 m	0,0°	SD70.8	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PZO-PZ24	Piézomètre ouvert	14/09/2021	14/09/2021

Sondage			
Prof.	P	5,5	m
Diamètre	D	115,0	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	4,2	m
Après équipement	H_w	4,0	m
Tube			
☒ Aucun(e)			
Diamètre intérieur	D_t	45,0	mm
Diamètre extérieur	D_t	50,0	mm
Crépines	Fente	0,5	mm
	De 2,0 à 5,5		m
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	0,35	m
Mise en place			
Bouchon d'argile	De 0,3 à 1,0		m
Gravier calibré - / - mm	De 1,0 à 5,0		m
Chaussette	De - à -		m
Protection			
Tête métallique	☑ Oui		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	100,0	mm
Hauteur hors sol	H_p	0,4	m



www.groupefondasol.com

VOTRE AGENCE

Cellule Hydrogéologie

ZAC de la Pentecôte – 12 rue Léon Gaumont

44700 ORVAULT

☎ 02.51.77.86.50

nantes@fondasol.fr

4

Etude bioclimatique réalisée par TERAO (Mai 2022)

LE PROJET D'AMÉNAGENT DU JARDIN DES PÉPINIÈRES – ROUEN (76)

ETUDE BIOCLIMATIQUE ET ICU – V1

31 mai 2022

Référence du document	TR20FR171_ALTAREA COGEDIM- Rouen-Etude bioclimatique et ICU	
Distribution	Groupement	
Version | Date	V1	31/05/2022
Rédigé par	Albane GAFFAJOLI Nawel BENSALMA Ingénieures d'études	
Vérifié par	Mathieu Kerrien Chef de projet Aménagement et Projets Urbains durables	

Sommaire

Synthèse

Le présent document a pour objet la présentation des résultats de l'analyse bioclimatique et des effets sur l'Ilot de Chaleur Urbain (ICU) de l'opération de renouvellement du quartier « Le Jardin des Pépinières » à Rouen. Ce projet est implanté sur un terrain d'assiette de 3 ha avec une surface de plancher de 51 875 m², pour une construction de 775 logements.

L'objectif de cette étude est d'analyser les conditions de confort thermique, visuel et acoustique au sein du projet d'aménagement, d'identifier les zones défavorisées en été et en hiver et de proposer des leviers de conception bioclimatique.

L'analyse du site met en évidence les difficultés inhérentes à l'aménagement d'une parcelle dense. Afin d'approcher les demandes programmatiques, la parcelle se voit accueillir de nombreux bâtiments proches les uns des autres. Cela tend par exemple à créer un jeu d'ombres portées des bâtiments de l'opération les uns sur les autres.

En hiver, une part importante des bâtiments sont masqués, soit par les bâtiments de l'OPH Rouen Habitat, soit par des bâtiments sous maîtrise d'ouvrage ALTAREA et VIRGIL. A partir de la mi-saison, les façades sont majoritairement bien ensoleillées. Cependant, les angles internes orientés Nord en cœurs d'îlots sont assez sombres, et particulièrement lorsqu'ils font face à d'autres bâtiments.

La proposition d'aménagement est relativement bien abritée des vents, dominants ou non. Les espaces en cœurs d'îlot sont bien protégés des vents, hiver comme été. Les venelles Sud et la place Saint-Julien sont en revanche exposés aux vent forts.

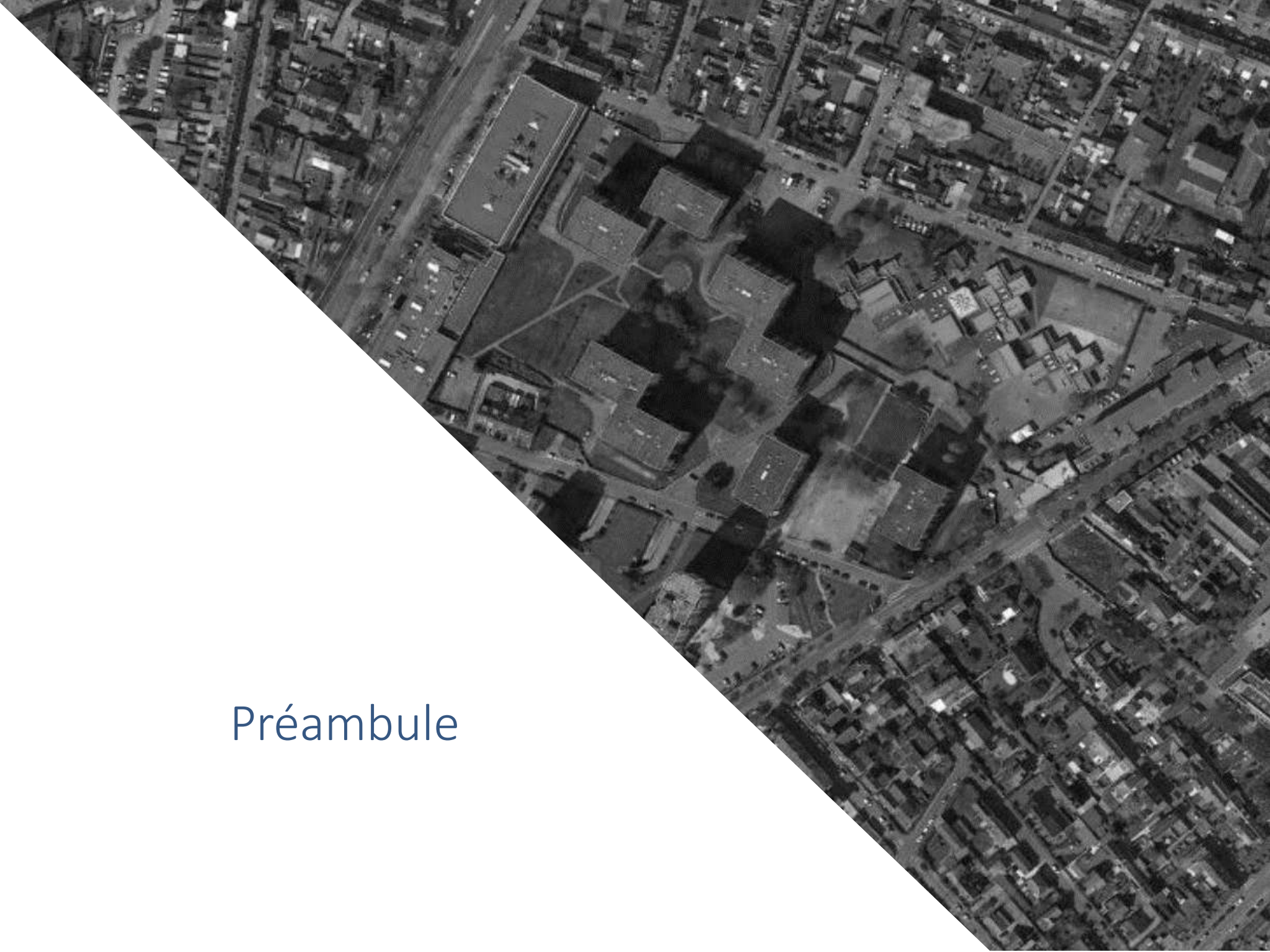
Du point de vue acoustique, le site est entouré par des voies impactantes (l'Avenue de la Libération et la rue Saint Julien). La situation est convenable sur une partie de la rue Parmentier. Du côté de l'Avenue de la Libération et une partie de la rue Parmentier (à l'angle avec la rue Saint-Julien), les étages les plus hauts sont exposés à des nuisances sonores. Les cours intérieures sont en revanche très calmes.

Du point de vue confort thermique, le site projeté monte un peu moins en température que le site actuel mais le soir la température d'air redescend davantage sur une zone plus étendue sur le site initial :

- Plus encore que sur le site actuel l'ombre des bâtiments joue un rôle important dans le confort thermique sur le site, ce qui permet globalement aux habitants de se protéger de la chaleur. Le parc, étant bien ombragé et végétalisé, il préserve la fraicheur du sol toute la journée et pourra être un refuge pour les personnes les plus sensibles. Certains espaces centraux sont également plus exposés à l'ensoleillement, sans devenir inconfortables. Les usages projetés sur l'espace central sont donc compatibles avec l'ensoleillement et l'ombrage. Il est à anticiper une appropriation intensive des espaces extérieurs entre les mois de Mars jusqu'à Octobre, soit 8 mois dans l'année.

- Cependant la densité bâtie empêche une bonne aération, en particulier au Sud (cœurs d'îlot des macrolots Santorin, Saint-Julien, C et D et place Saint-Julien), ce qui rend ces espaces inconfortables à midi. Les habitants donnant sur les cœurs d'îlots auront davantage de difficultés à aérer leur logement pour décharger la chaleur accumulée. La végétation, apportant ombrage et humidité, aura un rôle essentiel dans ces espaces. Elle devra être étudiée pour améliorer le confort en été sans détériorer le confort d'hiver. Toutes les façades Sud, Est et Ouest devront également être protégées par des dispositifs de contrôle solaire (brise soleil fixe, mobiles, volets…).

Les toitures, largement exposées au soleil pourront accueillir des dispositifs de production d'énergie photovoltaïque ou êtres plantées afin de limiter les ICU. Les toitures les moins exposées au bruit pourront être aménagées avec des espaces communs tels que des Solarium ou être plantées.



Préambule

PRÉAMBULE

- D'après le rapport du GIEC publié le 9 août 2021. Depuis la période préindustrielle (1850-1900), la température de l'air à la surface des terres émergées a augmenté près de deux fois plus que la température moyenne mondiale (GMST). De 1850-1900 à 2006-2015, la température moyenne de l'air à la surface des terres a augmenté de 1,53 ° C tandis que la GMST a augmenté de 0,87 ° C.

- Ce phénomène de réchauffement climatique a entraîné des déplacements de zones climatiques dans de nombreuses régions du monde, y compris l'expansion des zones climatiques arides et la contraction des zones climatiques polaires. En conséquence, de nombreuses espèces végétales et animales ont connu des changements dans leur aire de répartition, leur abondance et des changements dans leurs activités saisonnières.

- Tant le réchauffement planétaire que l'urbanisation peuvent accentuer le réchauffement dans les villes et leurs environs (effet d'îlot de chaleur), en particulier lors d'événements chauds, comme les vagues de chaleur.

- A cet effet la conception bioclimatique intervient comme un élément de réponse a ce phénomène de changement climatique. Elle consiste à adapter un projet architectural aux caractéristiques et particularités de lieu d'implantation (son environnement extérieur), afin d'en tirer le bénéfice des avantages et de se prémunir des désavantages et contraintes.

- L'objectif principal est d'**obtenir le confort optimal** recherché de manière la plus naturelle possible **aux usagers en toute saison**, en utilisant les moyens architecturaux, les énergies renouvelables disponibles et en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site.

- Ces stratégies et techniques architecturales cherchent à profiter au maximum du soleil en hiver et de s'en protéger durant l'été.

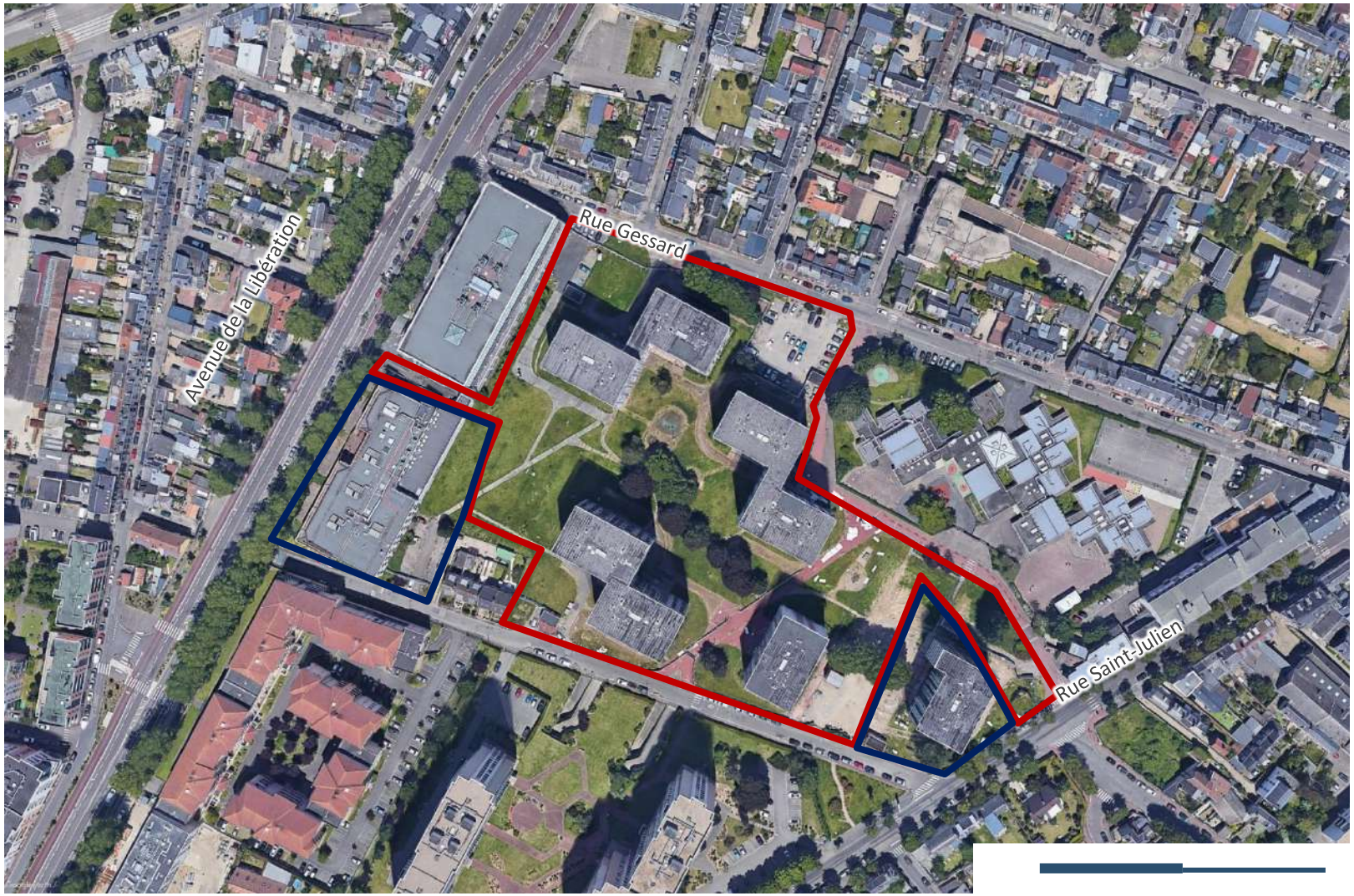
- D'autre part, la conception bioclimatique est un ingrédient important de la résilience face au changement climatique. Les bâtiments sont plus robustes vis-à-vis de phénomènes extrêmes et restent confortables dans des situations environnementales dégradées (canicules, notamment).

- Le choix de cette démarche favorise fortement les économies d'énergies et permet de réduire les dépenses de chauffage et de climatisation, tout en bénéficiant d'un cadre de vie très agréable.

- Afin d'optimiser le confort des occupants tout en préservant le cadre naturel de la construction, de nombreux paramètres sont à prendre en compte. Une attention tout particulière sera portée à l'**orientation du bâtiment** (afin d'exploiter l'énergie et la lumière du soleil), au choix du **terrain** (climat, topographie, zones de bruit, ressources naturelles, …) et à la **construction** (surfaces vitrées, protections solaires, compacité, matériaux, …).

Présentation du projet d’aménagement

PRÉSENTATION DU SITE EXISTANT



Périmètre approximatif du permis d'aménager du site « Jardin des Pépinières » (MOA Cogedim et Virgil)

Périmètre approximatif de l'OPH Rouen Habitat

PRÉSENTATION DU SITE EXISTANT

Périmètre approximatif du Jardin des Pépinières (MOA Cogedim et Virgil)

Périmètre approximatif de l'OPH Rouen Habitat

- Les bâtiments existants vont de R+7 à R+9
- Les 2 périmètres présentés constituent le projet global de renouvellement du quartier des Pépinières
- Sur les 2 parcelles de l'OPH Rouen Habitat :
  - sur la parcelle Sud-Est, le bâtiment a été démoli.
  - Sur la parcelle Sud-Ouest, le bâtiment est en cours de démolition

PRÉSENTATION DU PROJET GLOBAL DE RENOUVELLEMENT DU QUARTIER DES PÉPINIÈRES

Plan masse du projet d'ensemble – COGEDIM-VIRGIL

- **Opération d'aménagement d'un quartier résidentiel** de 775 logements dont 600 en accession libre (COGEDIM-VIRGIL) et 175 logements sociaux (OPH Rouen Habitat) et d'espaces publics d'une surface de près 1 ha (réalisés par COGEDIM-VIRGIL puis rétrocédés à la Ville)

- Emprise foncière totale : 3 ha
- SDP :
  - Cogedim-Virgil : 39 000 m² + 1 000 m² de commerces
  - OPH Rouen Habitat : 11 375 m² + 500 m² de commerces

OBJECTIFS ET CONTENU DE L'ÉTUDE

- Le présent document a pour objet la présentation des résultats de l'analyse bioclimatique et des effets sur l'Ilot de Chaleur Urbain (ICU) de l'opération d'aménagement du quartier du « Jardin des pépinière » à Rouen (76).
- L'objectif de cette étude est d'analyser le potentiel bioclimatique du site et des propositions d'aménagement. Notre analyse sera axée sur le potentiel des espaces extérieurs afin de proposer un aménagement adéquat, et une étude du potentiel bioclimatique des bâtiments afin d'exploiter au mieux les ressources de l'environnement (soleil, vent) pour la conception des bâtiments
- On étudiera notamment :
    - L'ensoleillement des espaces extérieurs
    - Le confort aéraulique et les risques de rafale
    - L'ensoleillement des façades et des toitures
    - L'accès à la lumière naturelle
    - L'impact acoustiques des voies les plus proches
    - Le confort thermique au niveau des espaces extérieurs

Diagnostic du site initial

CONTEXTE CLIMATIQUE ACTUEL ET PROJETÉ

CLIMAT SUR LA COMMUNE

- La commune est soumise à un climat tempéré qualifié d'océanique, en raison des masses d'air en provenance majoritairement de l'Atlantique et de la Manche, comme pour le reste de la région Normandie.
- Ce climat tempéré est caractérisé par des hivers doux et neigeux et des étés chauds et humides.

TEMPÉRATURES

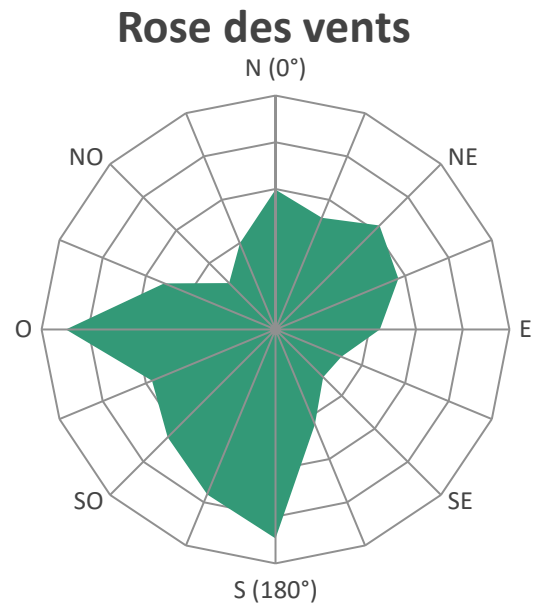
- D'après la station météo la plus proche de Rouen, Rouen Boos située à 9 Km au sud-ouest de la commune, la température moyenne sur l'année relevée s'établit à 10,5°C. Les températures maximales moyennes varient de 6° en janvier à 23°C en août. Les températures minimales moyennes varient de 1° en janvier à 13°C en août.

PRÉCIPITATIONS

- Des précipitations importantes sont enregistrées toute l'année à Rouen, y compris lors des mois les plus secs. Il tombe en moyenne 851 mm d'eau par an. Avec 59 mm le mois d'avril représente le mois le plus sec, et, avec une moyenne de 91 mm, le mois de décembre enregistre le plus haut taux de précipitation.

ENSOLEILLEMENT

- La commune de Rouen bénéfice d'environ 1557 heures d'ensoleillement par an. On compte 161 jours avec un faible ensoleillement et 42 jours avec un fort ensoleillement. Le mois le plus ensoleillé est celui de juin avec environ 202 heures



Rose des vents Rouen,
Fichier météo modélisé 2050

TEMPÉRATURES PROJETÉES

- D'après la base de données DRIAS sur les futurs du climat, le nombre de jours de vagues de chaleur prévu par le modèle RCP 4.5 à horizon proche (2021-2050)) est estimé à 13 jours et **le nombre de jours anormalement chauds* à 50 jours à horizon moyen (2041-2070). L'écart de température moyenne quotidien prévu par rapport à aujourd'hui par le modèle RCP 4.5 à un horizon moyen est de 1,41 °C.**

PRÉCIPITATIONS PROJETÉES

- D'après la base de données DRIAS sur les futurs du climat la pluviométrie moyenne annuelle diminue et le nombre de jours varient peu (800 mm et 135 jours de pluie)

** Un jour anormalement chaud correspond à la température maximale quotidienne de référence du jour i (calculée sur la période de référence) + 5°C.*

RÉALISATION DU MODÈLE ÉTAT INITIAL

Image aérienne de Rouen à l'été, commune-mairie.fr

Modèle 3DEnvimet

ELÉMENTS MODÉLISÉS :

BÂTIMENTS:

- Hauteur et forme des bâtiments
- Matériaux des façades et toits des bâtiments.

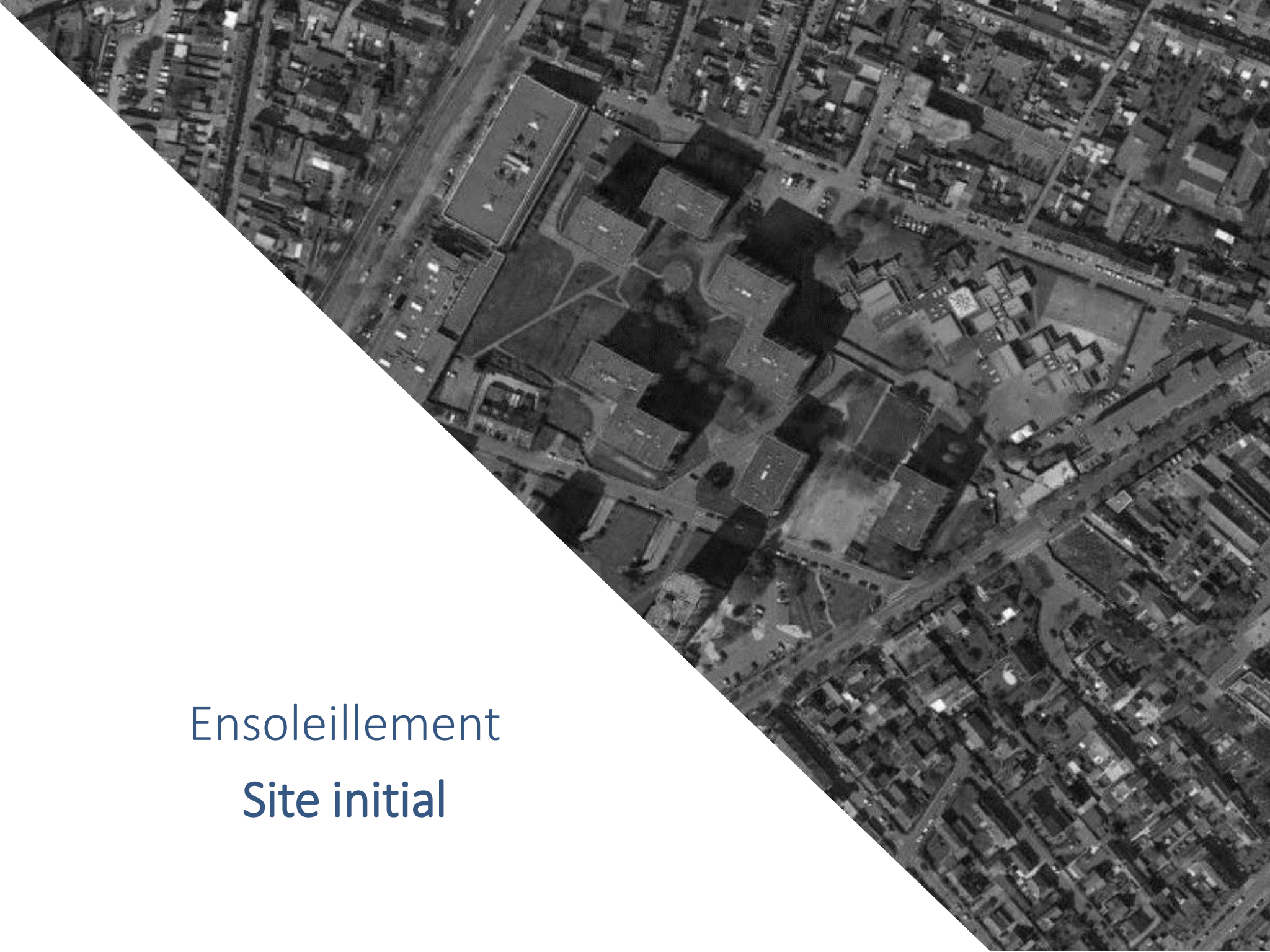
VÉGÉTATION:

- Herbes 10 cm
- Arbres de 5 à 15m de hauteur. Le dessin de la végétation est repris des dessins présents au sein du Plan Guide

SOLS:

Bien que de nombreuses surfaces du site et de son contexte soient enherbées, celles-ci sont sèches en plein été. Ces surfaces ont alors un comportement semblable à des terres nues et ont donc été modélisées comme tel.

- Béton – Albédo : 0,3
- Asphalte – Albédo : 0,1
- Pelouse 10cm
- Pelouse sèche/terre nue



Ensoleillement

Site initial

ENSOLEILLEMENT

L'ensoleillement est un **paramètre surfacique.**

OBJECTIF:

- Etudier l'exposition au rayonnement solaire, sur les espaces publics, sur les jardins privés, les terrasses et sur les façades des bâtiments.
- On étudie trois situations de référence :
  - **Solstice d'hiver**, le 21 décembre.
    Il s'agit du jour avec la durée la plus courte et un soleil au plus bas. En hiver, l'ensoleillement a un impact positif non négligeable sur le confort et les consommations de chauffage grâce aux apports solaires qui sont bénéfiques durant cette saison.
  - **Solstice d'été**, le 21 juin.
    Il s'agit du jour le plus long (et donc de la solarisation la plus longue) avec un soleil beaucoup plus vertical. En été, les apports solaires ont cette fois un impact potentiellement négatif sur le confort thermique et les éventuels besoins de refroidissement, il est donc nécessaire de s'en protéger.
  - **Equinoxe de printemps**, le 20 mars.
    Il s'agit du premier jour où la durée du jour dépasse la durée de la nuit. Cette situation permet de représenter les mi-saisons, où les apports solaires sont encore nécessaires

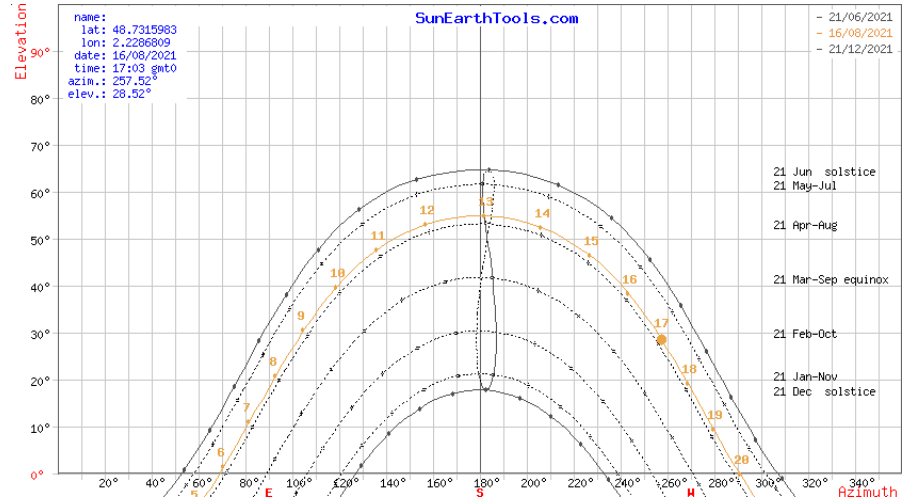
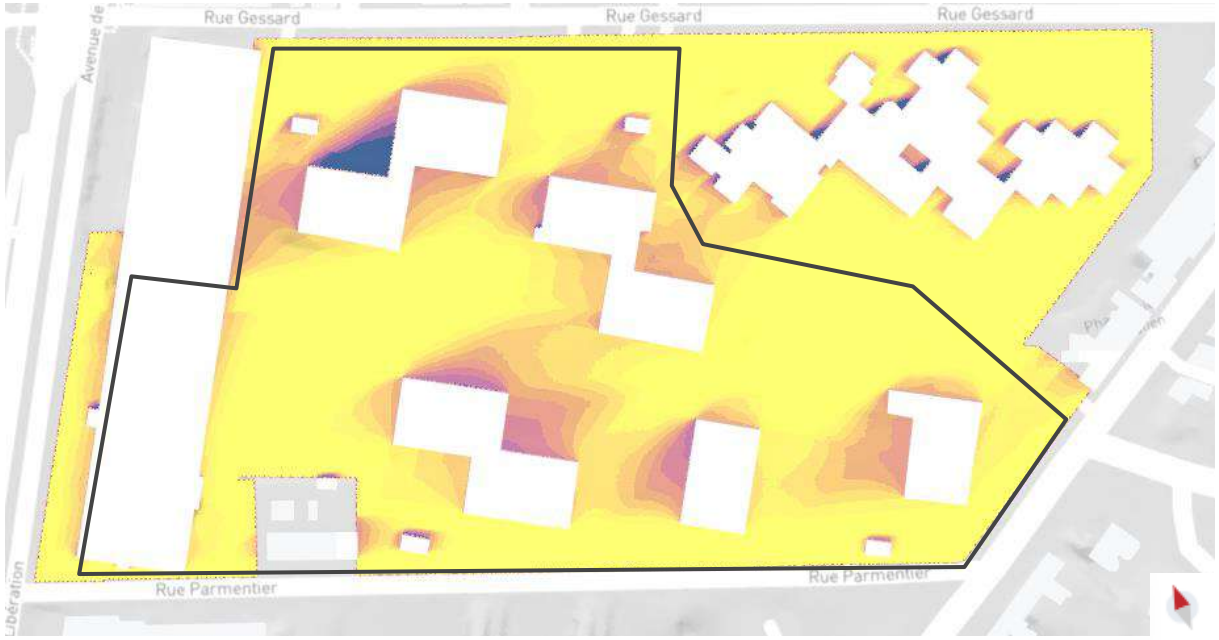
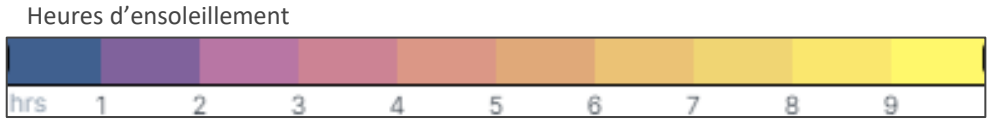


Diagramme solaire à Boos

ENSOLEILLEMENT

SOLSTICE D'ÉTÉ – 21 JUIN

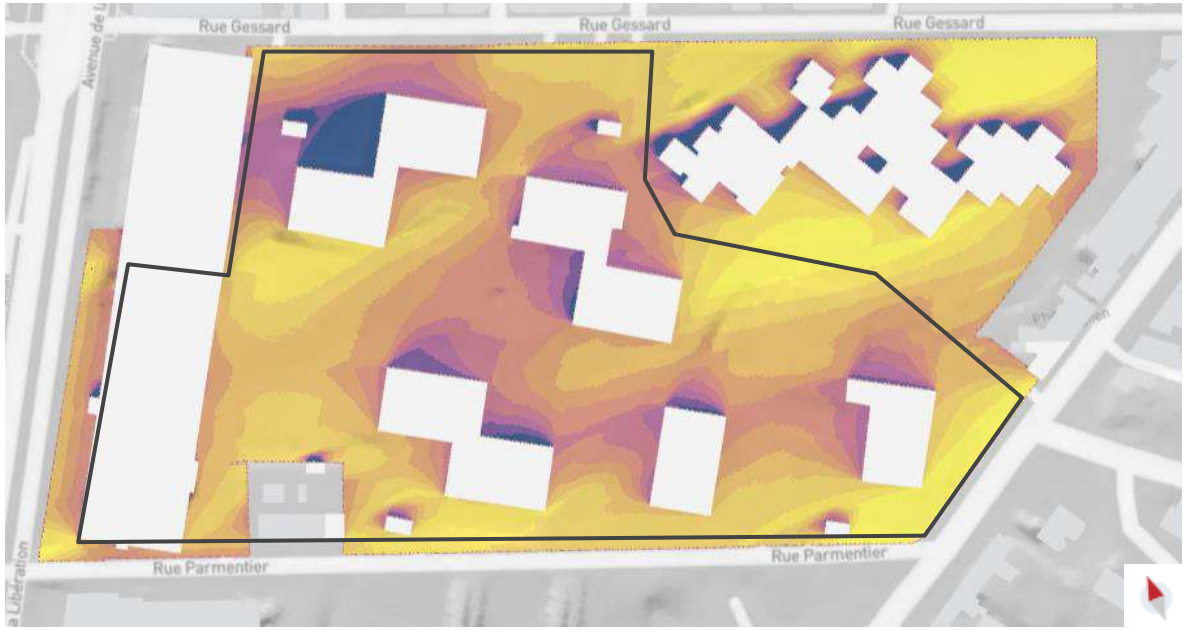




- Le site existant est globalement très bien ensoleillé en été
- Seul des espaces aux pieds des immeubles existants reçoivent moins d'ensoleillement en raison des ombres portées générées par les bâtiments.

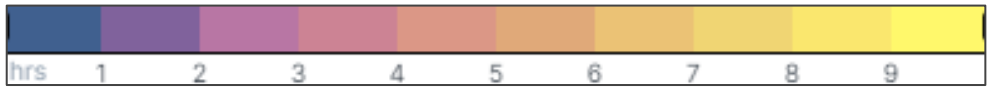
ENSOLEILLEMENT

EQUINOXE – 20 MARS



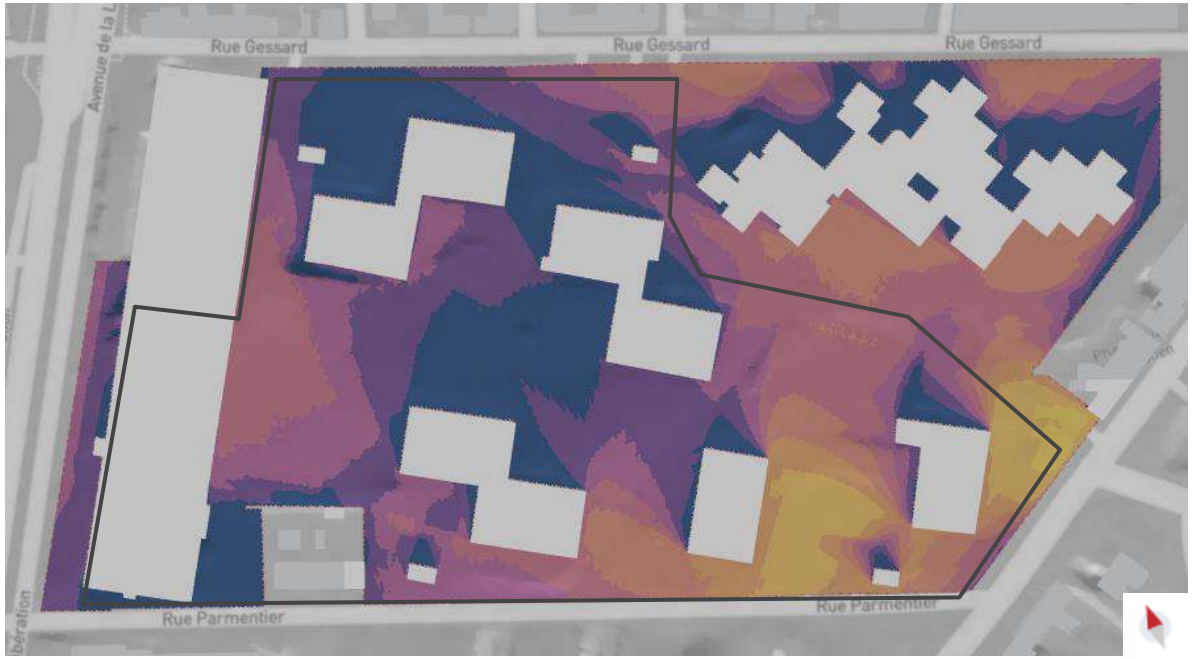
- Le site existant est globalement bien ensoleillé à la mi-saison
- Les espaces aux pieds des immeubles existants reçoivent moins d'ensoleillement en raison des ombres portées générées par les bâtiments.
- Les espaces extérieurs au Nord du lot au Nord Ouest sont bien plus contraints avec moins de 2h d'ensoleillement par jour

Heures d'ensoleillement



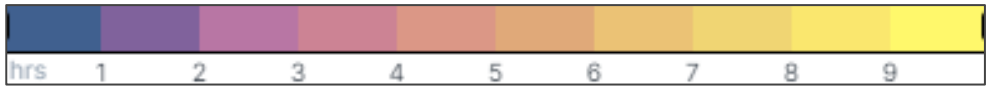
ENSOLEILLEMENT

SOLSTICE D'HIVER – 21 DÉCEMBRE



- Les espaces extérieurs au Centre et au Nord du site sont particulièrement contraints avec moins d'une heure d'ensoleillement par jour
- Les espaces au Sud ont un bon ensoleillement

Heures d'ensoleillement



Etude du confort au vent

Site initial

ETUDE AÉRAULIQUE

Le confort au vent est un **paramètre morphologique.**

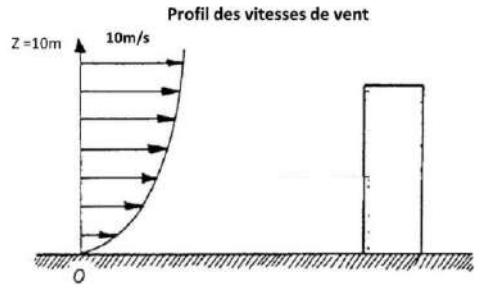
Pour analyser le confort au vent, il a été choisi de simuler différentes conditions:

- Cas avec vitesse de vent maximale
- Cas Hiver, avec vitesse moyenne
- Cas été, avec vitesse moyenne

Le confort au vent est étudié sur un plan à hauteur d'homme, situé à 1,5m du sol, afin d'étudier les situations d'inconfort pour les piétons.

OBJECTIF:

- Evaluer l'exposition au vent du site, en été comme en hiver
- Avec la vitesse maximale et la vitesse moyenne en hiver:
  - Analyser qualitativement les effets aérauliques qu'engendrent les bâtiments du projet, et évaluer les zones où les risques potentiels d'inconfort dus au vent sont les plus importants
  - Proposer si besoin des solutions pour améliorer le confort des piétons dans le quartier
- Avec la vitesse moyenne en été:
  - Vérifier que le projet ne réduit pas le rôle rafraîchissant des vents en période estivale



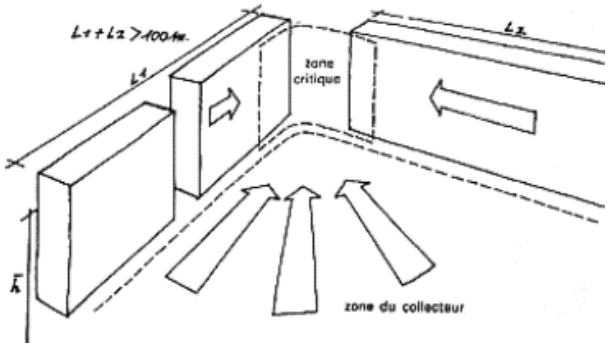
Vitesse du vent m/s		Caractéristiques du vent
Force	Z = 2 m	
2	1,5-3	Les visages ressentent la sensation du vent. Les feuilles bruissent.
3	3-4,5	Les feuilles et les petits rameaux sont en mouvement permanent. Le vent déploie pleinement les drapeaux. Les cheveux sont dérangés. Les vêtements amples battent au vent.
4	4,5-7	La poussière et les papiers se soulèvent. Les branches s'agitent. Les cheveux sont décoiffés.
5	7-9	Les petits arbres avec des feuilles oscillent. La marche est légèrement perturbée.
6	9-11	Les grosses branches se mettent en mouvement. Le vent siffle dans les fils téléphoniques. Les parapluies sont utilisés avec peine. La marche devient très instable.
7	11-14	Les arbres sont totalement en mouvement. On éprouve de grosses difficultés à marcher contre le vent.
8	14-17	Les branches d'arbres se cassent. D'une façon générale, progression pédestre très difficile et dangereuse.
9*	17-20	Risque d'être violemment projeté à terre sous l'effet des bourrasques.

On considère qu'à partir d'une vitesse de 3,5m/s, il y aura un sentiment d'inconfort en hiver.

A partir de 9m/s, ce sont des fortes rafales de vent, qui peuvent entraîner des problèmes de sécurité pour les piétons.

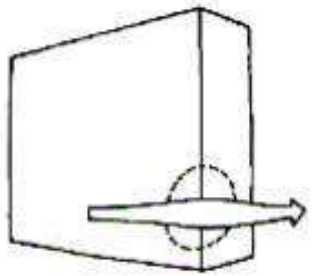
LES EFFETS DE TURBULENCE CLASSIQUE SONT PRÉSENTÉS CI-DESSOUS:

Effet Venturi



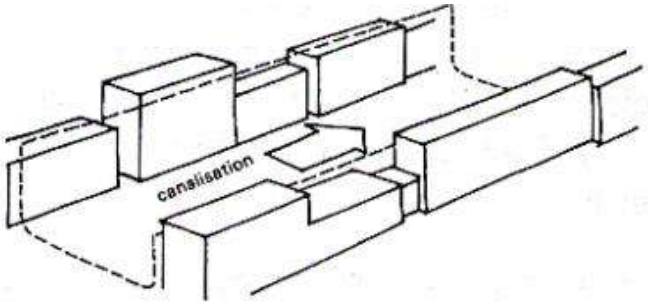
Phénomène de collecteur formé par des constructions dessinant un angle ouvert : le rétrécissement du passage a pour effet d'augmenter la vitesse pour un débit identique

Effet de coin



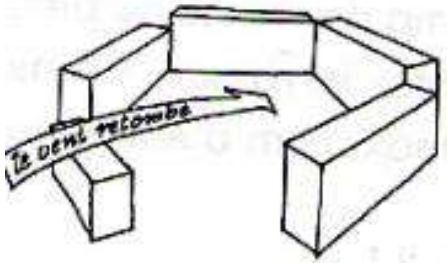
Phénomène d'accélération localisée, à l'angle d'un bâtiment, dû à un gradient très élevé du champ de pression sur un espace limité entre la façade exposée et celle qui se situe en dépression.

Effet de canalisation



Ensemble construit formant un couloir à ciel ouvert
Une canalisation ne constitue pas une gêne particulière si ce n'est qu'elle peut transmettre une anomalie sur toute sa longueur (Venturi)

Effet de maille



Juxtaposition de bâtiments formant alvéole ou poche. Dépend de la hauteur et de l'orientation du vent.

Source : Gandemer, intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti

ÉTUDE AÉRAULIQUE – VENTS D'HIVER ET VENTS FORTS

CAS VENTS FORTS :

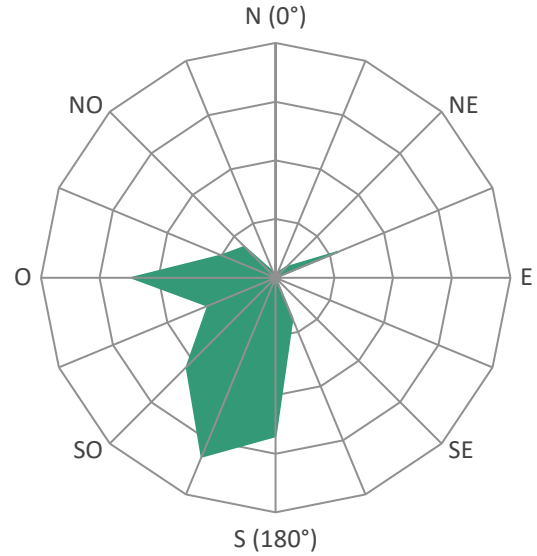
- D'après la rose des vents obtenue pour les vents fort, on observe les tendances suivantes :
  - Cas 1 – Provenance Sud (202,5°)

CAS HIVER :

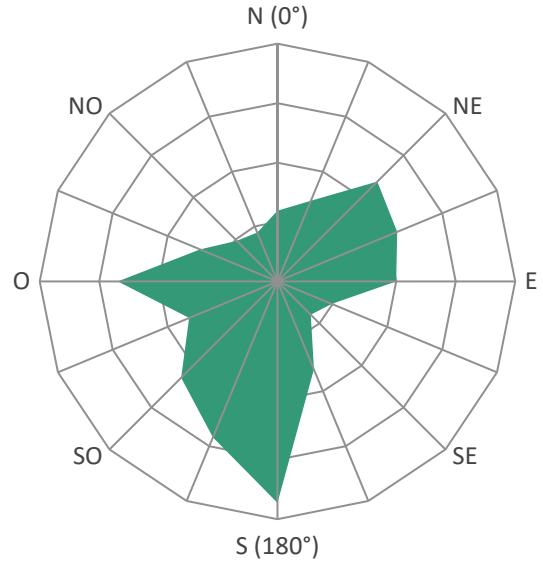
- D'après la rose des vents obtenue en hiver, on observe les tendances suivantes :
  - Cas 2 – Provenance Sud (180°)
  - Cas 3 – Provenance Nord-Est (45°)

- Vitesse et Direction du vent :
  - Cas 1 – Vents forts S – 7,5m/s à 10m du sol pour une direction Sud
  - Cas 2 – Vents moyens S - 5,5 m/s à 10m du sol, vitesse moyenne à Rouen en hiver pour une direction Sud
  - Cas 3 – Vents moyens NE – 4,5 m/s à 10m du sol, vitesse moyenne à Rouen en hiver pour une direction Nord-Est

Rose des vents forts

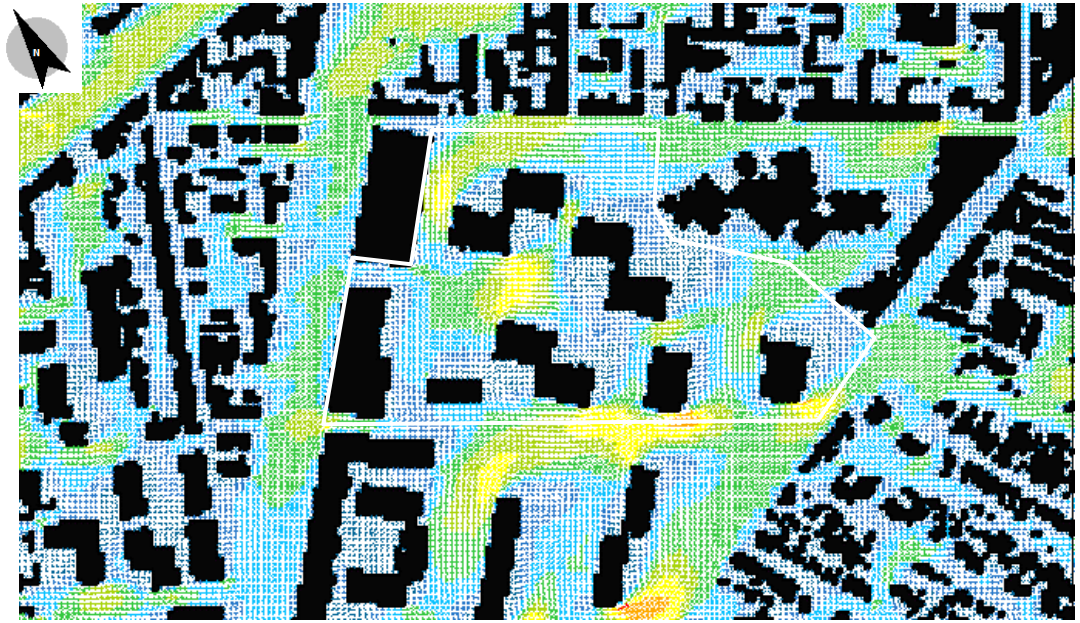


Rose des vents d'hiver

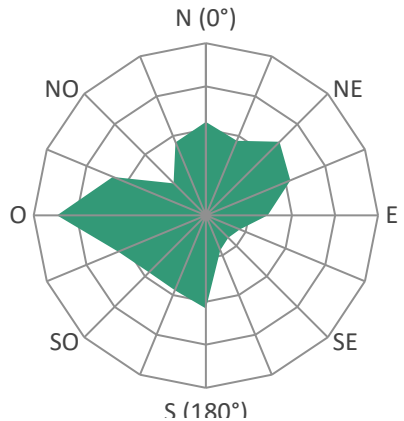


ÉTUDE AÉRAULIQUE – ÉTÉ - VENTS MOYENS

VITESSE DE VENT MOYENNE EN ÉTÉ PROVENANT DE L'OUEST (VENTS DOMINANTS)



Rose des vents d'été de Rouen



D'un point de vue aéraulique, il est considéré qu'à partir d'une vitesse de 3,5m/s, il y a un sentiment d'inconfort en hiver. A partir de 9m/s, ce sont des fortes rafales de vent, qui peuvent entraîner des problèmes de sécurité pour les piétons

En période caniculaire, l'objectif est d'attirer au maximum le vent sur la parcelle pour rafraîchir l'air et améliorer le confort thermique des usagers.

En été, dans le quartier, on observe des zones d'inconfort, liées à la faible vitesse des vents :

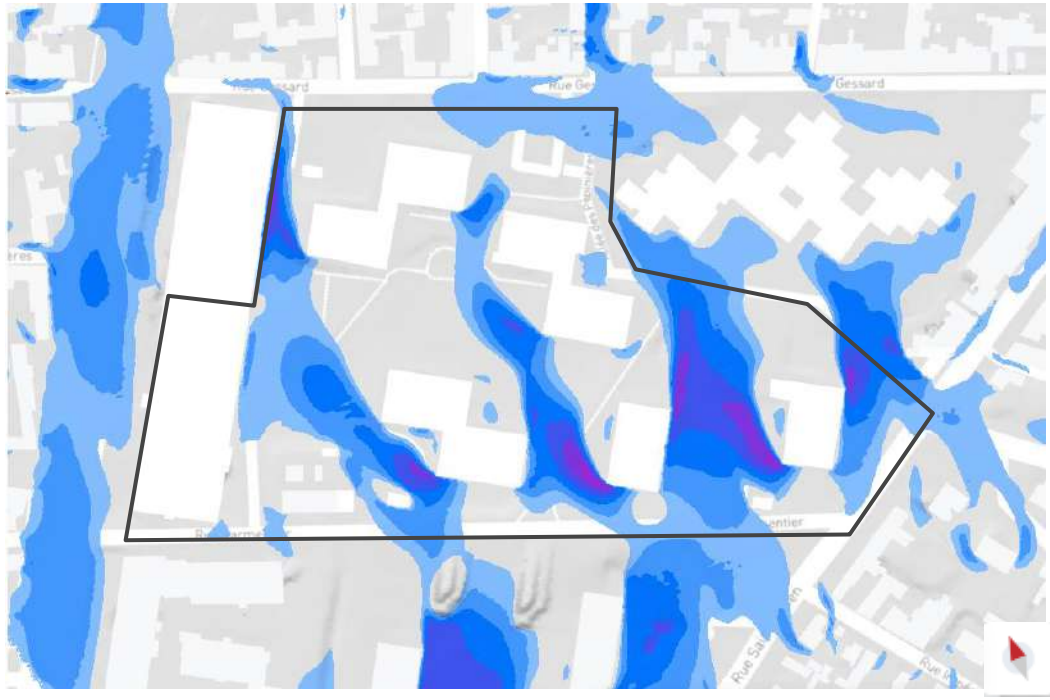
- Entre les immeubles et l'école
- A l'entrée Est du site, au niveau de l'allée des Pépinières

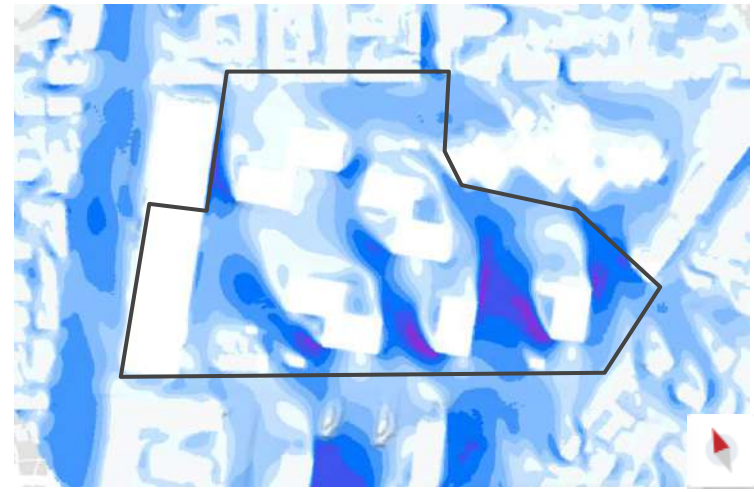
L'Ouest de la parcelle et la rue parmentier sont en revanche bien ventilés

ÉTUDE AÉRAULIQUE – CAS 1 – VENTS FORTS PROVENANT DU S

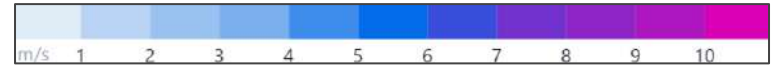
VITESSE DE VENT FORT (7,5M/S) PROVENANT DU SUD, H=1,75M

Zones d'inconfort :





Vitesse des vents à 1,75m de hauteur



Zones de confort (jusqu'à 3 m/s)

Zones soumise à un risque d'inconfort modéré (entre 3 et 7m/s)

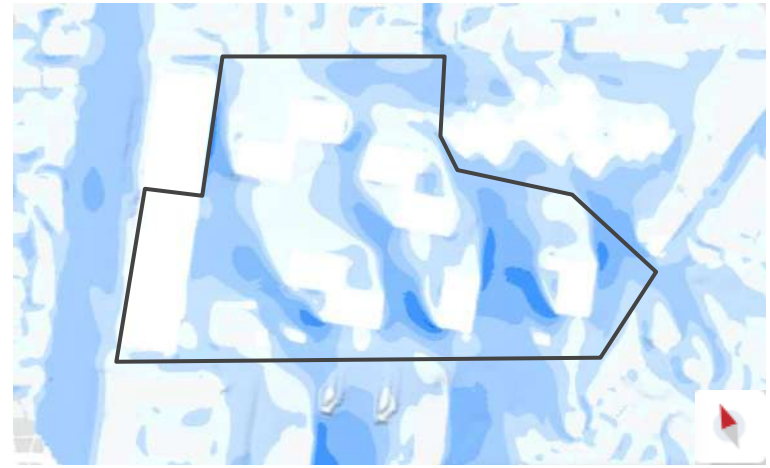
Zone soumise à un risque d'inconfort fort (au dessus de 7m/s)

- Le site n'est actuellement pas protégé des vents du sud. Quatre couloirs de vents fort se forment et pénètrent le site.
- Des effets de coins sont présents aux angles des trois immeubles au Sud, créant des zones dangereuses

ÉTUDE AÉRAULIQUE – HIVER – CAS 2 - VENTS MOYENS S

VITESSE DE VENT MOYENNE (5,5M/S) EN HIVER PROVENANT DU S (180°) , À UNE HAUTEUR H=1,75M

Zones d'inconfort :



Vitesse des vents à 1,75m de hauteur

Zones de confort (jusqu'à 3 m/s)

Zones soumise à un risque d'inconfort modéré (entre 3 et 7m/s)

Zone soumise à un risque d'inconfort fort (au dessus de 7m/s)

- Pour des vents venant de la direction S (180°), même avec des vitesses de vent plus faibles les mêmes couloirs de vent se créent, des zones d'inconfort sont présentes.

ÉTUDE AÉRAULIQUE – HIVER – CAS 3 - VENTS MOYENS NE

VITESSE DE VENT MOYENNE (4,5M/S) EN HIVER PROVENANT DU NE (45°) , À UNE HAUTEUR H=1,75M

Zones d'inconfort :

Vitesse des vents à 1,75m de hauteur

Zones de confort (jusqu'à 3 m/s)

Zones soumise à un risque d'inconfort modéré (entre 3 et 7m/s)

Zone soumise à un risque d'inconfort fort (au dessus de 7m/s)

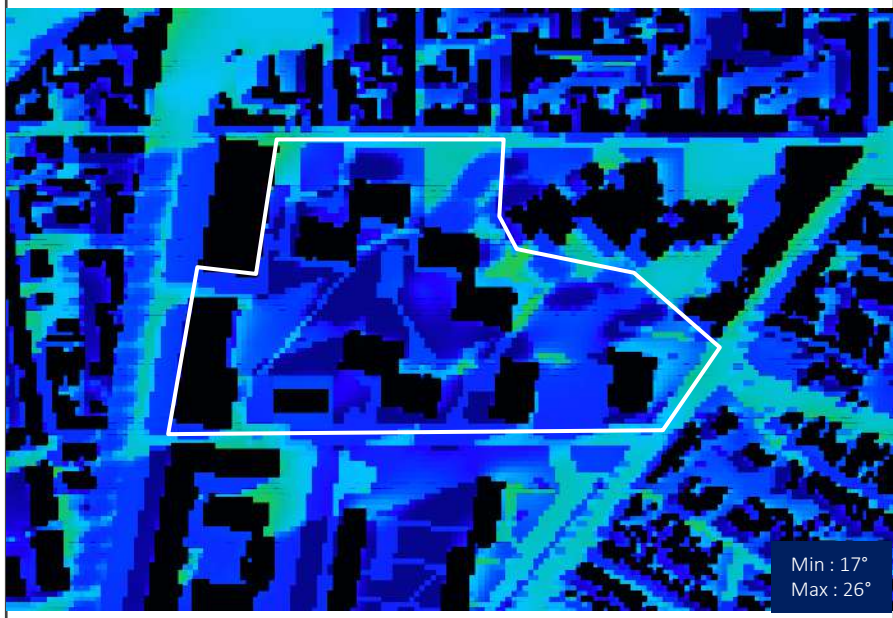
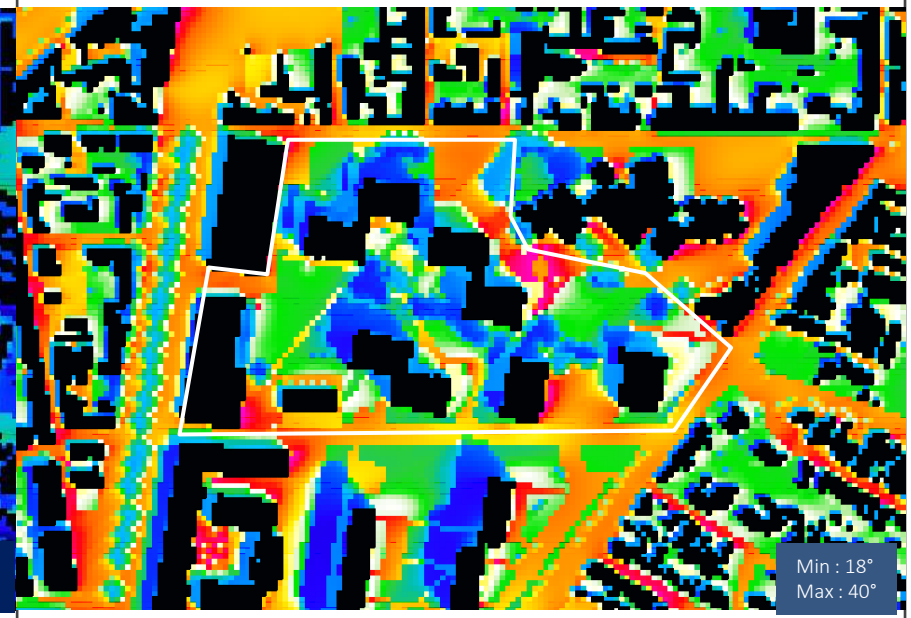
- Pour des vents venant de la direction NE (45°), on observe des zones avec des vents atteignant une vitesse supérieure 3 m/s dans les angles Nord des bâtiments

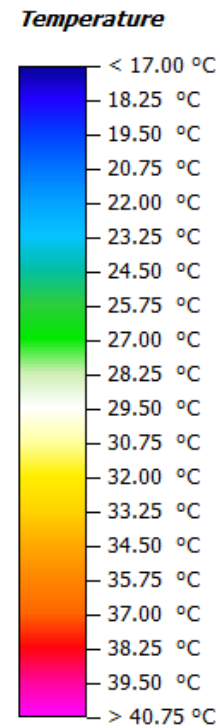
Etude des températures de surface

Site initial

Température de surface en Été

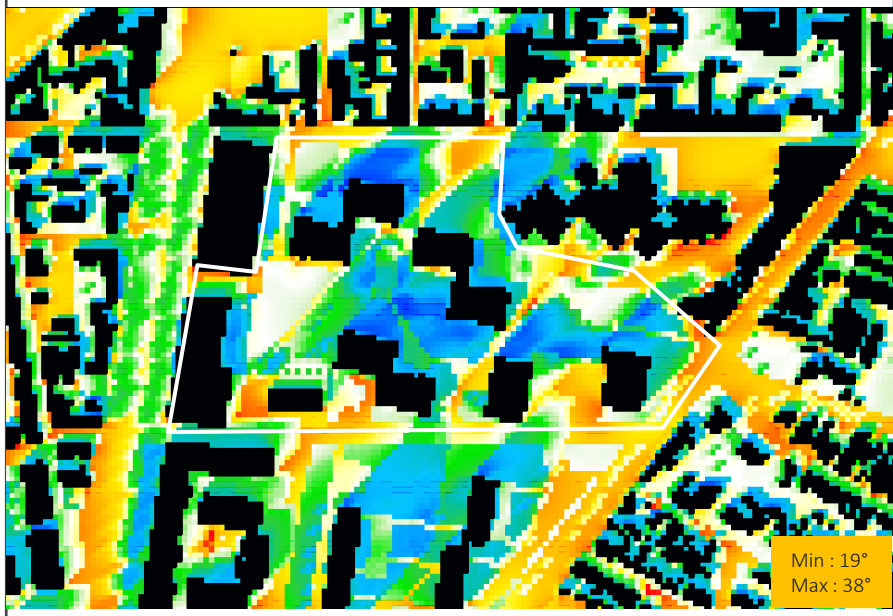
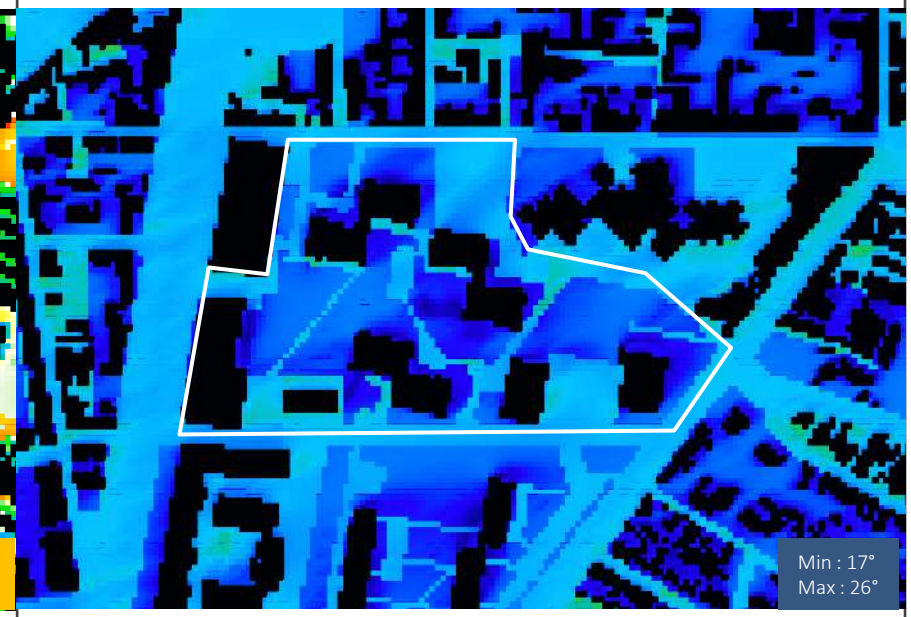
Etude le 15/08

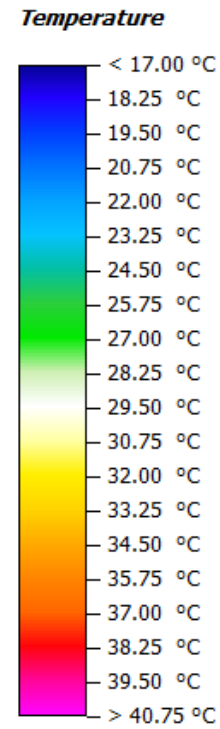
08h — Tair= 18°C	12h — Tair= 22°C
	
Dès 8h, en période estivale, certaines zones se distinguent par rapport à leur comportement à la chaleur. Certaines zones asphaltées sont identifiables, avec des écarts de température allant jusqu'à +6°C par rapport aux espaces de pleine terre. Les espaces de pleine terre n'ayant reçu aucun apport solaire sont à 17°C.	A 12h, les températures sur les revêtements asphaltés atteignent des températures jusqu'à 40°C au niveau des zones les plus ensoleillées, créant des écarts de température allant jusqu'à +20°C entre ces zones et celles de pleine terre ombragées. On peut particulièrement le remarquer au niveau de la cour de l'école Saint-Julien. Les espaces les plus chaud du site sont les parking et l'allée des pépinières en asphalte.



Température de surface en Été

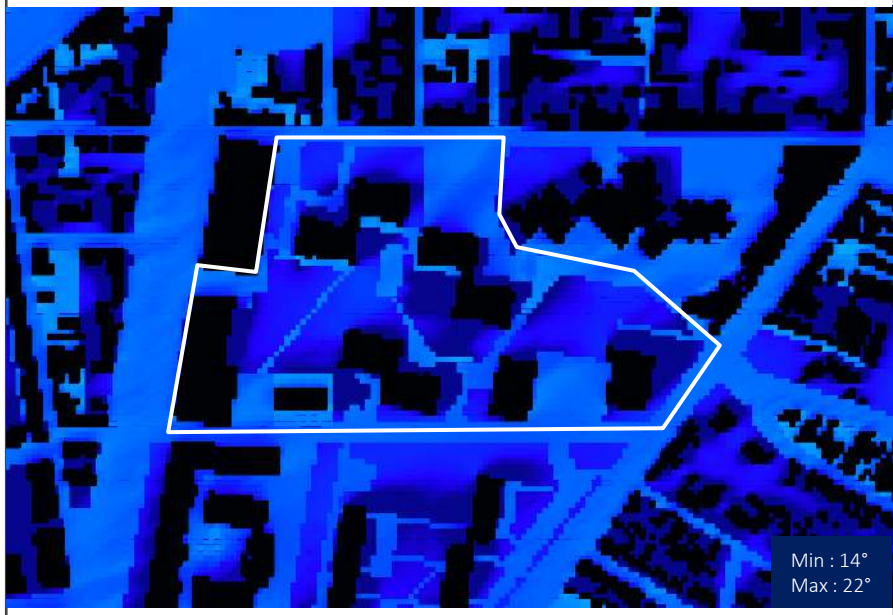
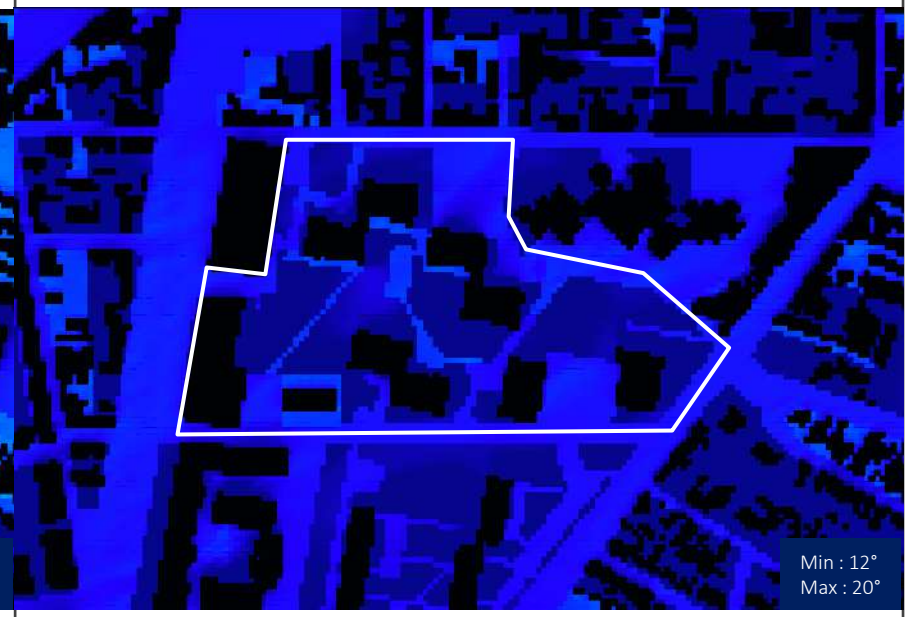
Etude le 15/08

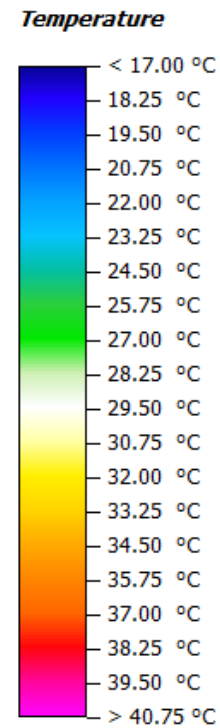
16h — Tair= 26°C	20h — Tair= 23°C
	
A 16h, les surfaces les plus chaudes sont maintenant ombragées et redescendent légèrement en température. Sans ombrage les températures des sols en pleine terre continue de monter, comme on peut le voir à l'Ouest du site. En revanche les surfaces bien ombragées sont à des températures inférieures à la température de l'air, comme au centre du site.	A 20h, les températures des surfaces asphaltées restent à des niveaux plutôt élevées. Des zones présentent encore des températures supérieures à 23°C (température de l'air), en particulier la cour de l'école et les parkings au sud, contrairement aux zones de pleine terre où la température descend en dessous de 20°C.

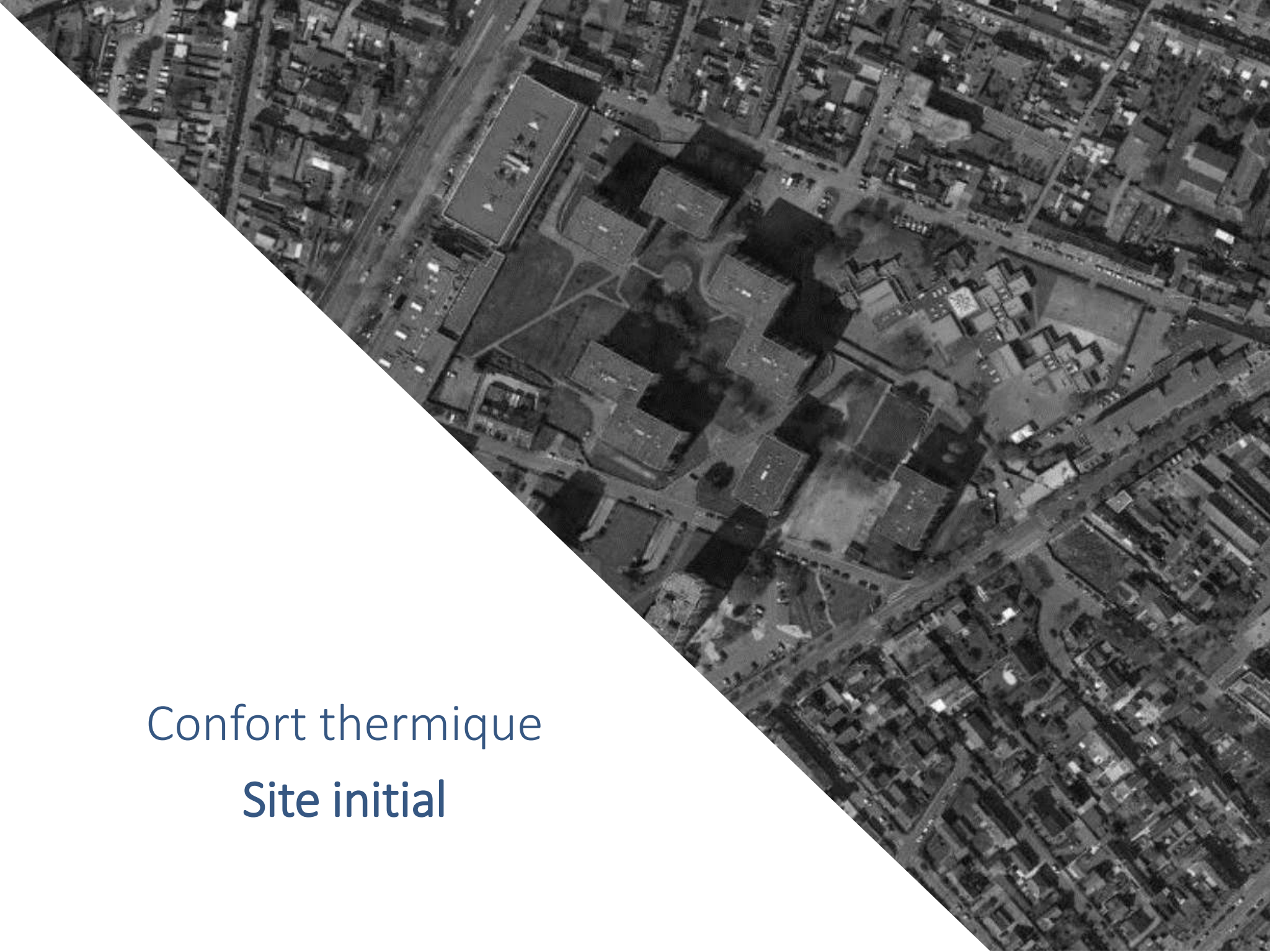


Température de surface en Été

Etude le 15/08

00h — Tair= 20°C	04h — Tair= 17°C
	
A 00h, les différents types de revêtements de sol sont clairement identifiables. Il est notamment possible de repérer les cheminements piétons en béton. La température de surface sur les espaces asphaltés reste à une température un peu supérieure à la température extérieure, avec 21°C, contrairement à la pleine terre à une température de 19°C, inférieure à la température d'air.	A 04h, les écarts de température sont toujours très visibles, avec des températures de sol variant de 12°C à 20°C pour une température d'air à 17°C. Les zones chaudes correspondent aux sols asphaltés et minéralisés.





Confort thermique

Site initial

CONFORT THERMIQUE EN ÉTÉ

Le confort thermique en extérieur ne dépend pas uniquement de la température. L'exposition au soleil, le vent, l'humidité, l'habillement sont des paramètres à prendre en compte pour déterminer le ressenti thermique d'une personne. Pour qualifier cette perception thermique d'un individu dans les espaces extérieurs, l'étude suivante utilise l'indicateur **PET (physiological equivalent temperature)** qui s'exprime en °C et prend en compte ces paramètres.

Dans le cadre de cette étude sur un jour d'été, nous cherchons à déterminer les zones de potentiel refuge vis-à-vis de la chaleur et les zones inconfortables voire à risque pour les publics sensibles.
L'échelle du ressenti se décline de la manière suivante :

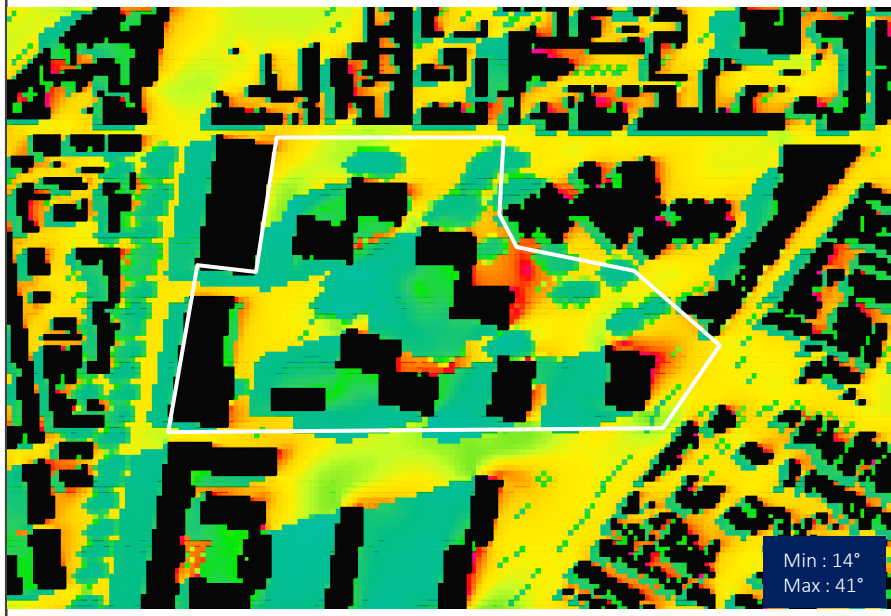
Perception thermique ressentie par un individu		
	PET en °C	**Ressenti**
	> 41	Très chaud
	35-41	Chaud
	29-35	Chaud modéré
	23-29	Légèrement chaud
	18-23	Confortable
	13-18	Légèrement frais
	8-13	Froid modéré
	4-8	Froid
	< 4	Très froid

CONFORT THERMIQUE EN ÉTÉ

ETUDE LE 15/08

08h

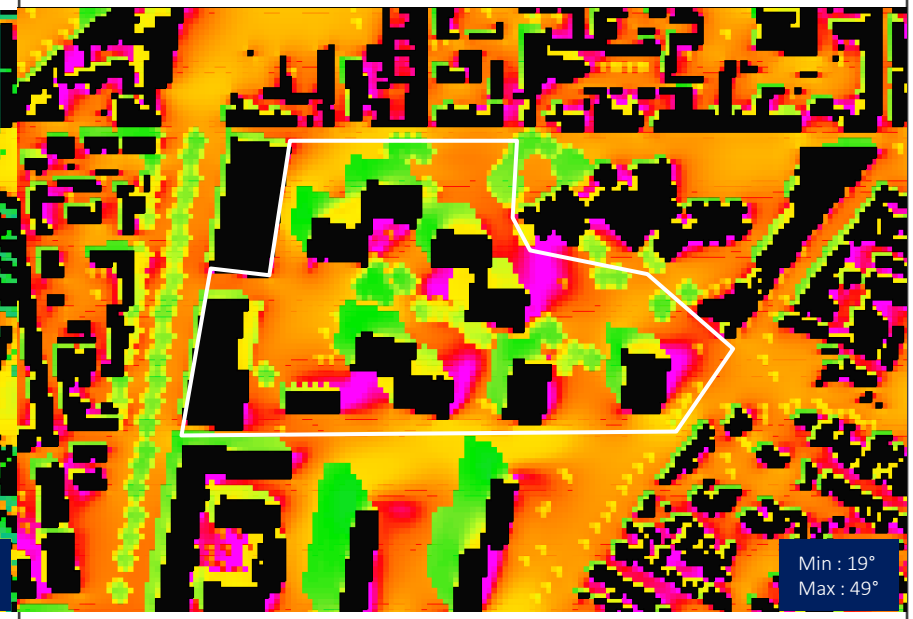
Tair= 18°C



Dès 8h, on peut voir un inconfort le long des façades Est (entre les bâtiments et l'école) car ces zones sont à la fois ensoleillées et protégées des vents. Tout les espaces ombragés sont « légèrement frais » et les autres espaces sont confortables ou « légèrement chauds ».

12h

Tair= 22°C



A midi, l'ombre se fait globalement plus rare, il est difficile de se protéger de la chaleur. Sur le site, les bâtiments sont hauts et permettent de conserver des espaces confortables grâce à l'ombre générée. Les arbres apportent également de l'ombre et de l'humidité sur le site.
La zone très chaude s'étend sur l'Allée des pépinières et plusieurs zones très chaudes apparaissent au sud du site par accumulation de chaleur et manque de vent et d'ombrage.

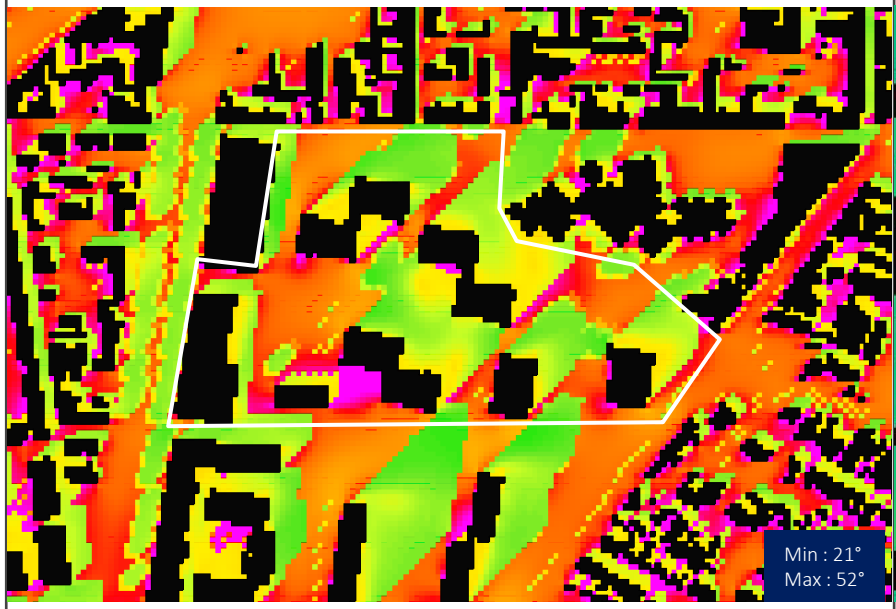
Perception thermique ressentie par un individu
Très chaud
Chaud
Chaud modéré
Légèrement chaud
Confortable
Légèrement frais
Froid modéré
Froid
Très froid

CONFORT THERMIQUE EN ÉTÉ

ETUDE LE 15/08

16h

Tair= 26°C



A 16h au pic de chaleur, la majorité des espaces sont chauds mais les zones d'ombre sont plus étendues. Les espaces le long des façades Est deviennent donc plus confortables. Les bâtiments étant haut, une grande partie du site est ombragé.
En dehors des espaces ombragés, les zones très chaudes au Sud se maintiennent. L'espace de pleine terre à l'Ouest du site est aéré mais il est également ensoleillée toute la journée, il est donc chaud, sans être « très chaud ».

20h

Tair= 23°C

A 20h, l'influence des radiations solaires disparaît et l'ensemble du site devient confortable. On remarque les zones abritées du vent en vert clair, où le ressenti sera donc légèrement plus chaud .

Perception thermique ressentie par un individu	
	Très chaud
	Chaud
	Chaud modéré
	Légèrement chaud
	Confortable
	Légèrement frais
	Froid modéré
	Froid
	Très froid

SITE ACTUEL - CONCLUSIONS

- Le site est relativement peu imperméabilisé, ce qui évite une absorption trop importante de chaleur. Cependant quelques espaces sont à la fois asphaltés, très exposés au soleil et peu aérés créant des zones d'inconfort et de stockage de chaleur très important. Ces zones sont problématiques car accolées à des bâtiments à occupation longue (habitations et école). C'est notamment le cas d'un tronçon spécifique sur l'allée de Pépinières.
- Le site possède de grandes surfaces végétalisées, elles sont cependant peu qualitatives, en terme de rafraîchissement urbain. Il s'agit essentiellement de pelouses rases qui sèchent en plein été car fortement exposées au soleil.
- Les bâtiments actuels étant de grande hauteur, leurs ombres balaient le site tout au long de la journée. Quelques zones d'arbres regroupés offrent également de la fraicheur et de l'ombre ponctuellement. Le site possède donc quelques zones confortables où il est possible de se réfugier.
- Le site est donc très hétérogène en matière de confort urbain possédant à la fois des zones refuges et des zones de forte accumulation de chaleur.

⇨ Ce quartier ayant une vocation principalement résidentielle, il abrite des publics dits sensibles (personnes âgées et enfants). L'aléa vis-à-vis de la population est important, puisqu'il accueille en journée de nombreux enfants au sein du groupe scolaire Saint Julien et a vocation à servir de lieu de récupération (physique) la nuit.

Image aérienne de Rouen en été, commune-mairie.fr

⇨ A noter également qu'avec les prévisions climat, ce site a vocation à monter encore davantage en chaleur, avec des écarts encore plus importants entre les surfaces végétalisées et les revêtements minéralisés.

⇨ Nous pouvons donc affirmer que l'aménagement du futur quartier doit apporter un soin particulier à la maitrise du phénomène d'îlot de chaleur urbain sur ce projet

Présentation du projet d’aménagement

PLAN MASSE DU PROJET D'AMÉNAGEMENT

Plan masse du projet d'ensemble – COGEDIM-VIRGILE – Février 2022

- Les volumétries projetées vont de R+2 à R+8

PLAN MASSE DU PROJET D'AMÉNAGEMENT

Plan des aménagements extérieurs du projet à l'échelle du Permis d'Aménager – TN Plus – Mars 2022

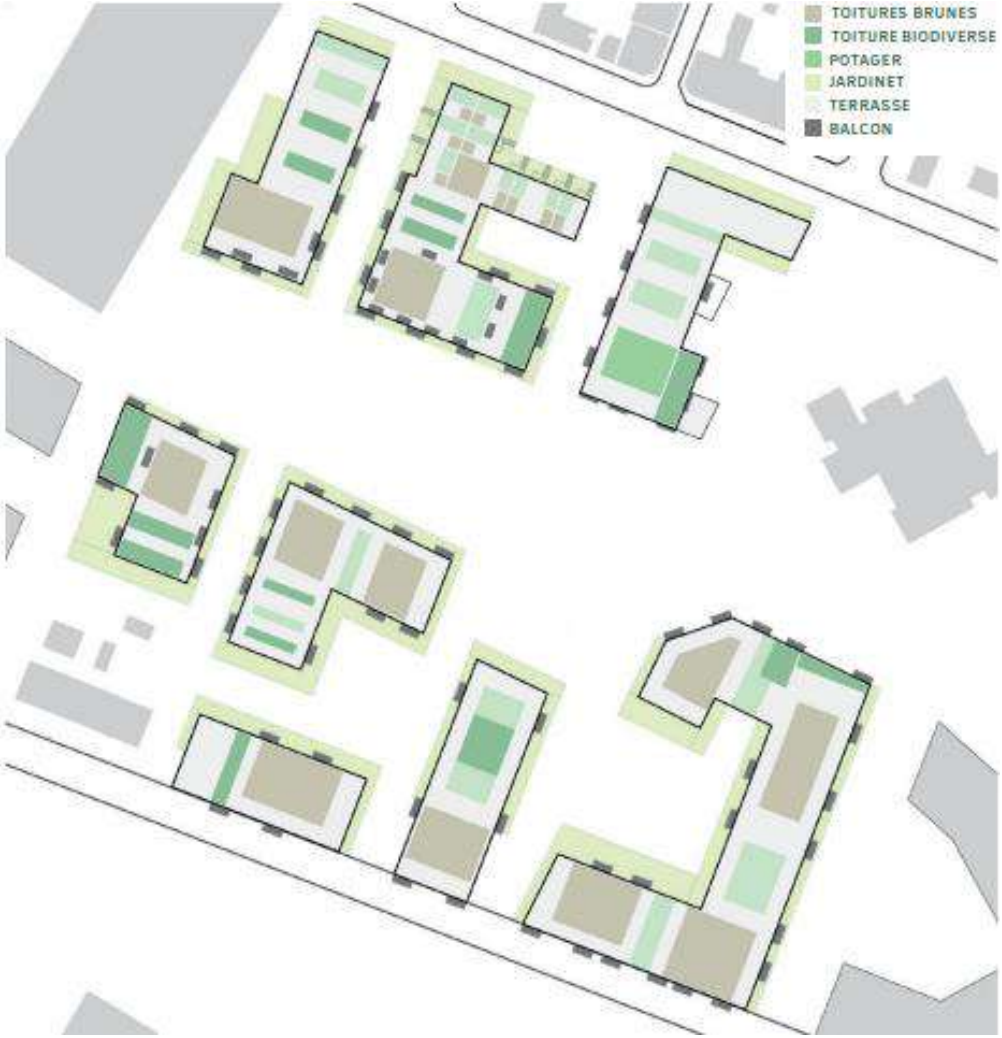
PLAN DES REZ-DE-CHAUSSÉE PROJETÉS

Périmètres des îlots bâtis Rouen Habitat et Cogedim-Virgil et identification des rez-de-chaussée actifs – Dossier de présentation – COGEDIM & VIRGIL

REZ-DE-CHAUSSÉE ACTIFS

- Le rez-de-chaussée des programmes portés par COGEDIM-VIRGIL et l'OPH Rouen Habitat présentent une séquence commerciale composée notamment d'un restaurant, une crèche, un atelier de réparation de vélo et un centre médical. Cette séquence est tournée vers le parc et poursuit l'identité commerciale de la rue Saint-Julien.

PLAN DES REZ-DE-CHAUSSÉE PROJETÉS



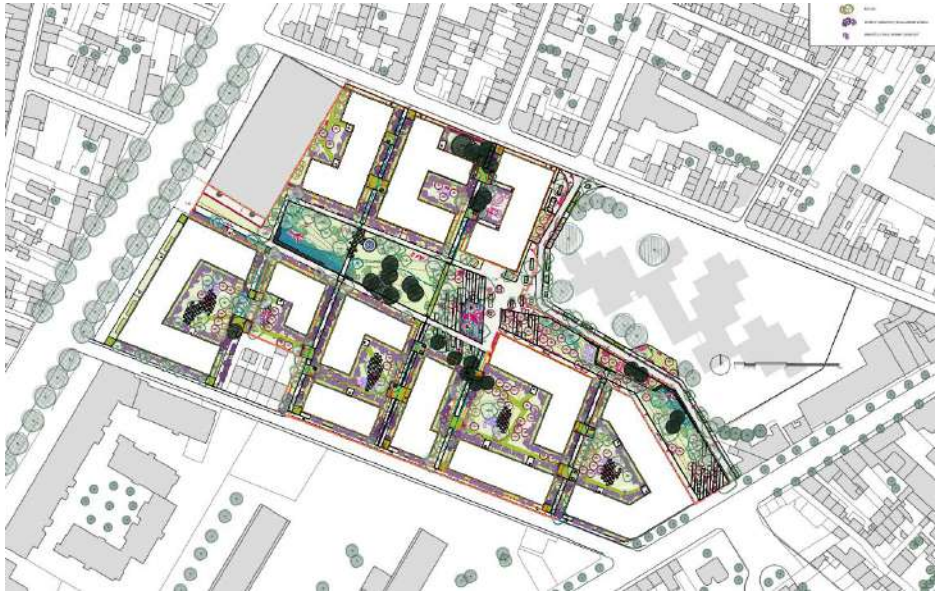
Carte des typologies des habitats extérieurs projetés – COGEDIM & VIRGIL

DES TYPOLOGIES D'HABITAT EXTÉRIEUR AU SERVICE DE LA BIODIVERSITÉ LOCALE ET LE SUPPORT D'USAGE ET DE SENSIBILISATION ÉCOLOGIQUE

- Le projet propose une variété typologique d'espaces extérieurs qui se déclinent sur tout les bâtiments et les cœurs d'ilot :
    - Développement de cadres d'agriculture urbaine au sein de cœurs d'ilot nourriciers (plantes aromatiques), de parcelles potagères à cultiver et de jardins partagés
    - Aménagement de 3 typologies de toiture :
        - « terrasses privatives » : partiellement végétalisées pour proposer des jardins suspendus.
        - « terrasses biodiverses » : inaccessibles sauf pour leur entretien et supportent 60 cm de substrat fertile (végétation arbustive)
        - « toitures brunes » : inaccessibles au public et plantées

Etude bioclimatique du projet d’aménagement

RÉALISATION DU MODÈLE ÉTAT INITIAL



Plan paysager du 02/05/22

Modèle 3DEnvimet

ELÉMENTS MODÉLISÉS:

BÂTIMENTS:

- Hauteur et forme des bâtiments
- Matériaux des façades et toits des bâtiments.

VÉGÉTATION:

- Herbes 10cm
- Arbres de 5 à 15m de hauteur. Le dessin de la végétation est repris des dessins présents au sein du Plan Guide

SOLS:

Bien que de nombreuses surfaces autour du site soient enherbées, celles-ci sont sèches en plein été. Ces surfaces ont alors un comportement semblables à des terres nues et ont donc été modélisées comme tel.
Sur le site une pelouse de 10cm a été prise en compte sur le parc.

- Béton – Albédo : 0,3
- Asphalte – Albédo : 0,1
- Pelouse 10cm
- Pelouse sèche/terre nue
- eau

ENSOLEILLEMENT

L'ensoleillement est un **paramètre surfacique.**

OBJECTIF:

- Etudier l'exposition au rayonnement solaire, sur les espaces publics, sur les jardins privés, les terrasses et sur les façades des bâtiments.

- On étudie trois situations de référence :

  - **Solstice d'hiver**, le 21 décembre.
    Il s'agit du jour avec la durée la plus courte et un soleil au plus bas. En hiver, l'ensoleillement a un impact positif non négligeable sur le confort et les consommations de chauffage grâce aux apports solaires qui sont bénéfiques durant cette saison.

  - **Solstice d'été**, le 21 juin.
    Il s'agit du jour le plus long (et donc de la solarisation la plus longue) avec un soleil beaucoup plus vertical. En été, les apports solaires ont cette fois un impact potentiellement négatif sur le confort thermique et les éventuels besoins de refroidissement, il est donc nécessaire de s'en protéger.

  - **Equinoxe de printemps**, le 21 mars.
    Il s'agit du premier jour où la durée du jour dépasse la durée de la nuit. Cette situation permet de représenter les mi-saisons, où les apports solaires sont encore nécessaires

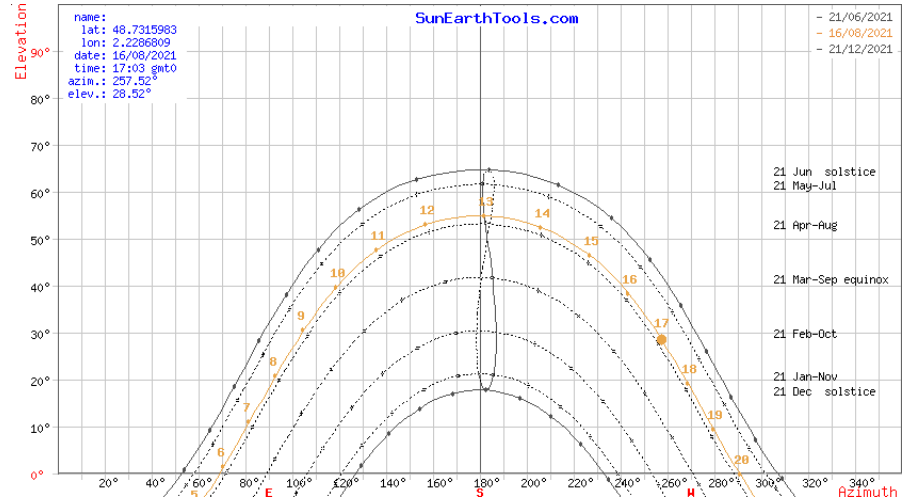
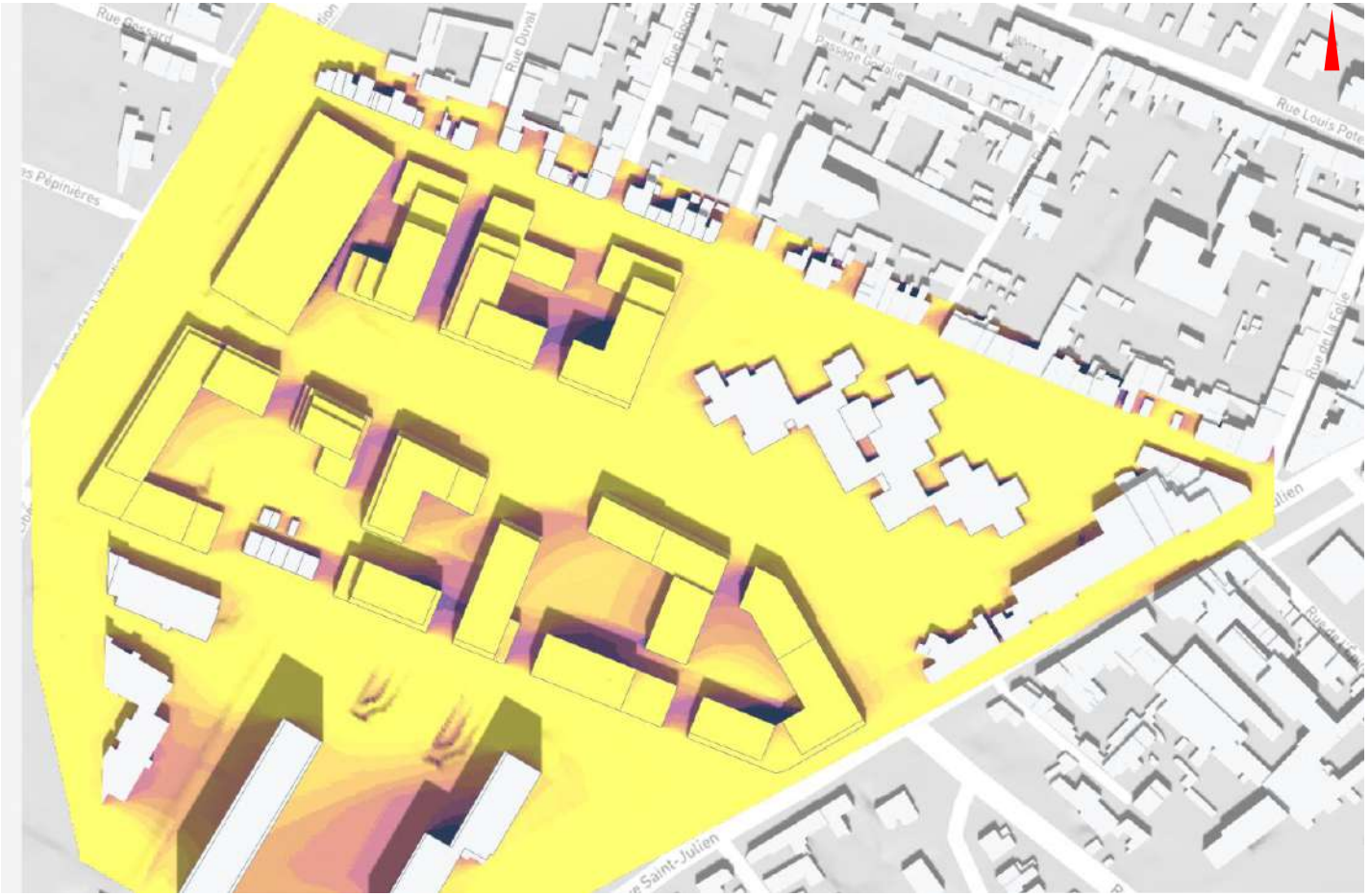


Diagramme solaire à Boos

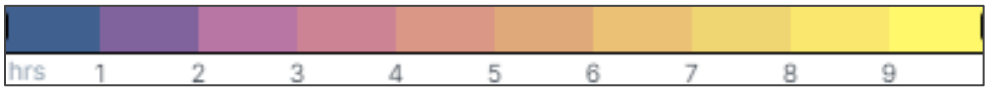
ENSOLEILLEMENT

SOLSTICE D'ÉTÉ – 21 JUIN



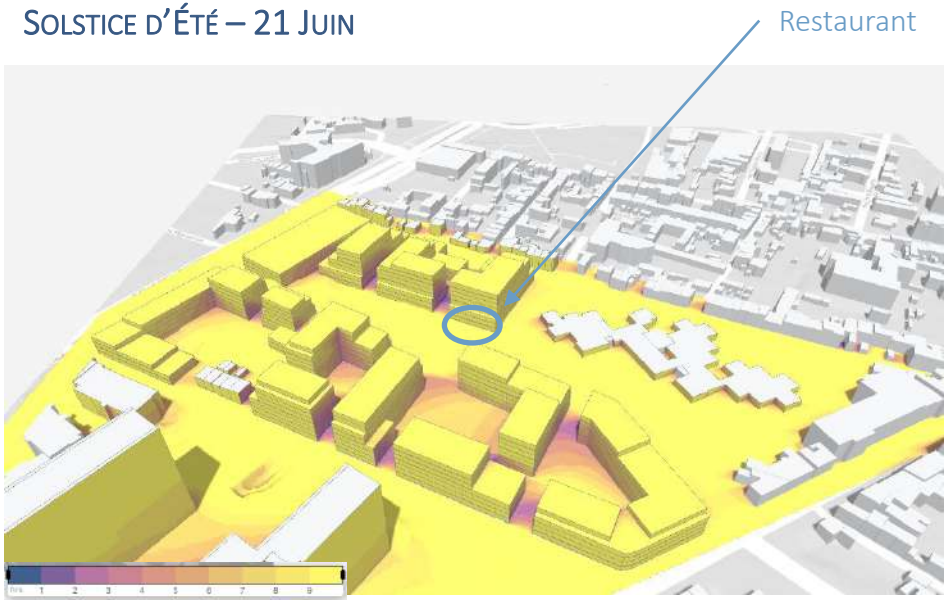
Vue en plan du quartier

Heures d'ensoleillement



ENSOLEILLEMENT

Solstice d'Été – 21 Juin



Vue depuis le sud de l'ilot

Vue depuis le nord de l'ilot

Echelle bâtiment (façade)

- Dans l'ensemble, les façades sont largement ensoleillés, à l'exception des coins faisant face au Nord, au sein des cœurs d'ilots (voir « vue depuis le nord de l'ilot »).
- Les façades Sud-Est et Sud-Ouest sont, par leur orientation, sensibles au soleil du matin et du soir. Une protection solaire mixte horizontale (brise soleil) et verticale est à envisager.

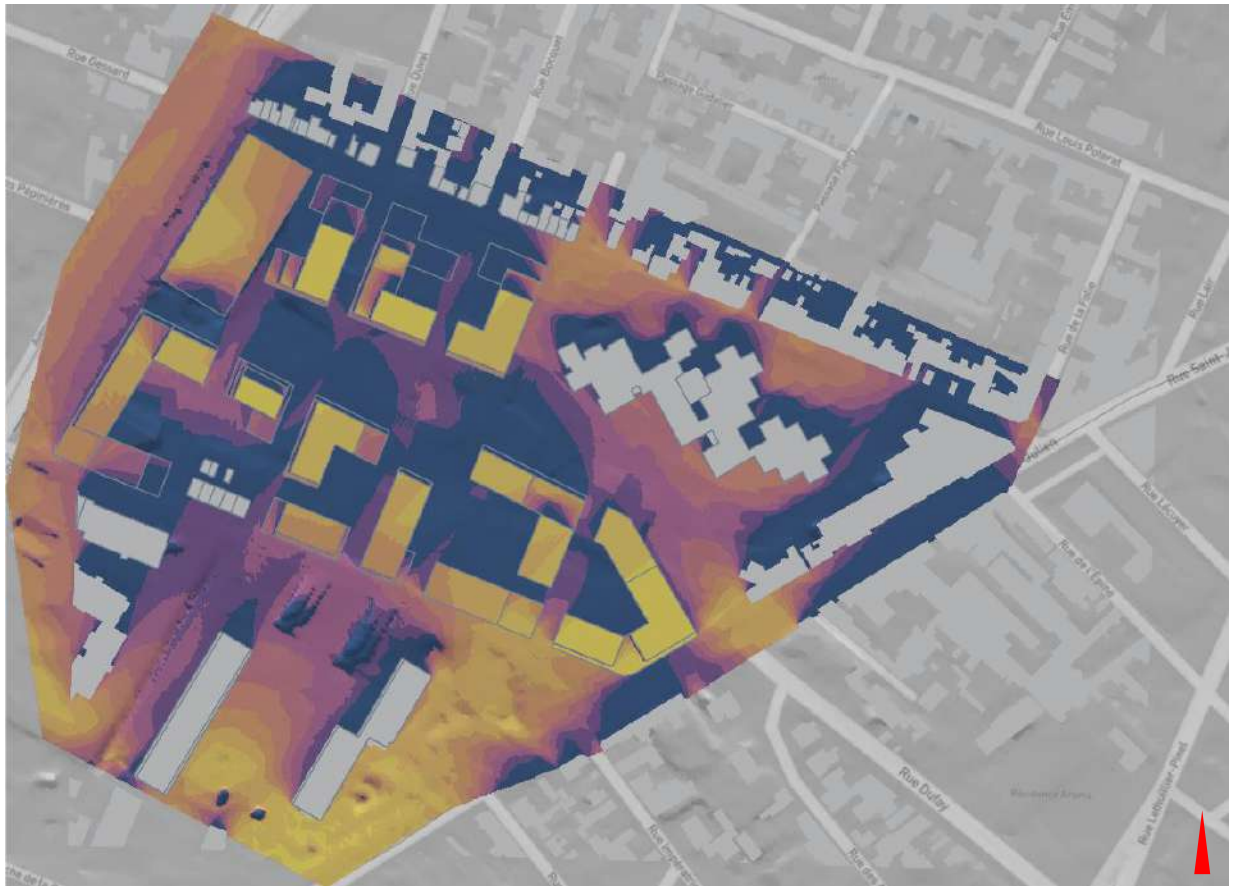
Taux d'ensoleillement sur les façades au 21 juin	Façade
Moins d'1h	**2%**
1h à 2h	2%
2h à 3h	5 %
3h à 4h	7%
5h et plus	84%

Espaces extérieurs

- Les espaces extérieurs sont largement ensoleillés. Afin d'éviter des phénomènes d'ilot de chaleur urbain, une attention particulière sera apportée à la nature des revêtements des espaces extérieurs :
  - privilégier les surfaces végétales aux surfaces minérales
  - développer des plantations de strates hautes pour éviter le rayonnement solaire au sol
  - limiter le recours aux surfaces sombres (bitumes)
- Les toitures sont fortement ensoleillées, un potentiel de développement de panneaux solaires pourra être étudié.
- On notera la présence de cours moins ensoleillées au Nord (lots A, B1 et B2). Les essences nourricières en cœur d'ilot semblent peu compatibles. Les usages projetés en cœur d'ilot devront être adaptés à cette configuration.
- Les espaces extérieurs dédiés à la crèche sont moyennement bien exposés, ce qui peut présenter un avantage pour ces publics sensibles. Des équipements spécifiques de protection devront être anticipés.
- Les espaces extérieurs dédiés au restaurant sont très bien ensoleillés (exposition Sud-Est). Des équipements et plantations spécifiques seront à intégrer

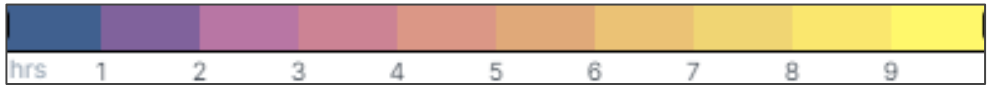
ENSOLEILLEMENT

SOLSTICE D'HIVER – 21 DÉCEMBRE



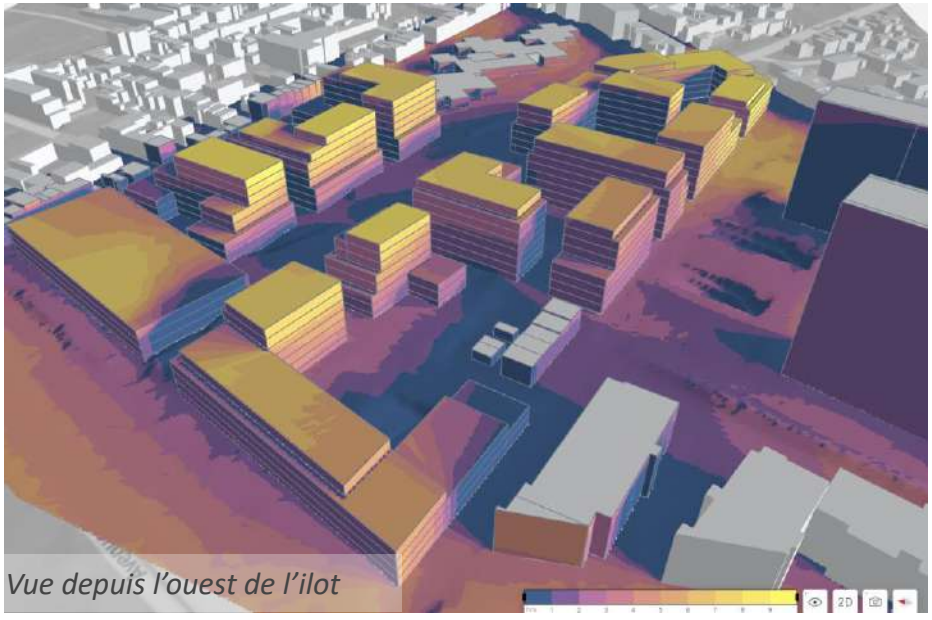
Taux d'ensoleillement sur les façades au 21 Décembre	Façade
Moins d'1h	**41 %**
1h à 2h	23%
2h à 3h	8%
3h à 4h	6%
5h et plus	22%

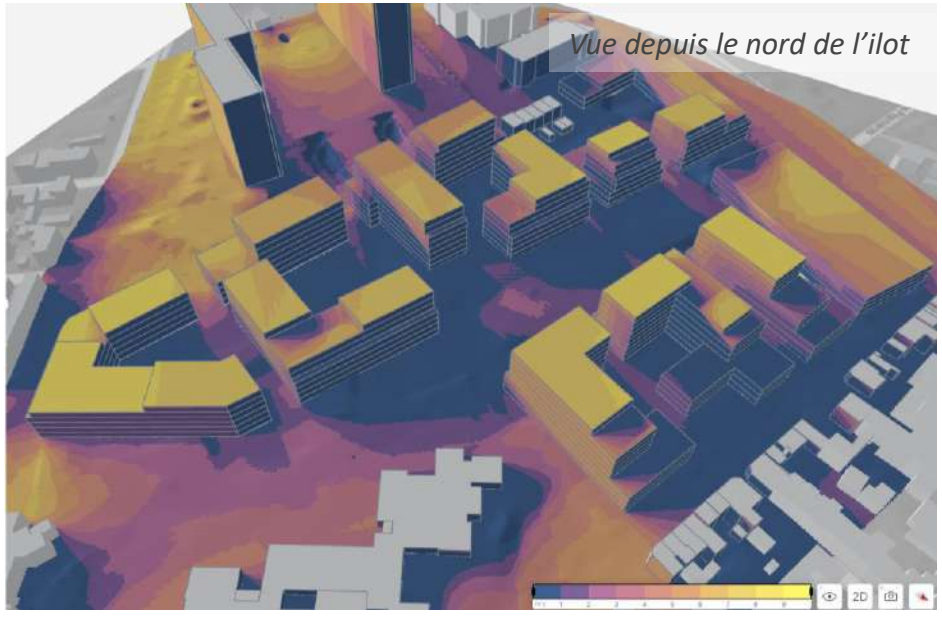
Heures d'ensoleillement



ENSOLEILLEMENT

Solstice d'hiver – 21 Décembre



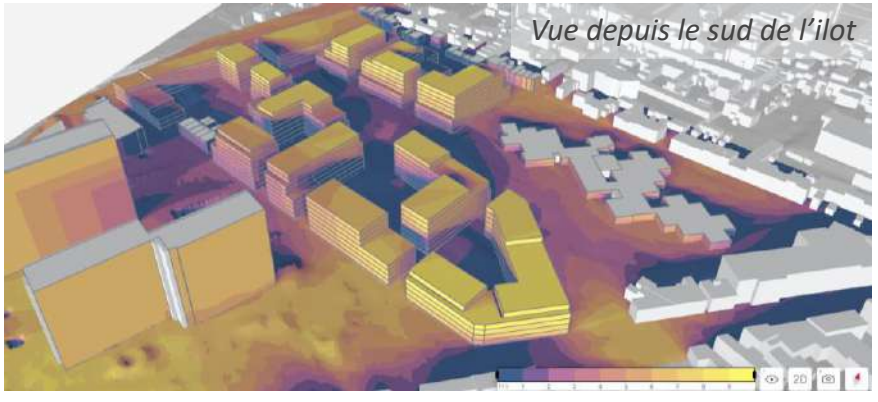


Echelle bâtiment (façade)

- En hiver, la majorité des façades des bâtiments manquent d'apports de lumière, à l'exception de nombreuses de nombreuses façades orientées sud.
- Les façades internes ont très peu d'accès à un ensoleillement direct en hiver. De nombreuses ombres portées sont créées par : la densité du projet, les petites distances entre les bâtiments du projet et les bâtiments avoisinants (bâtiments au sud de la Rue Parmentier), mais également les décrochés des volumes et la différence des niveaux (sur le côté nord du projet).

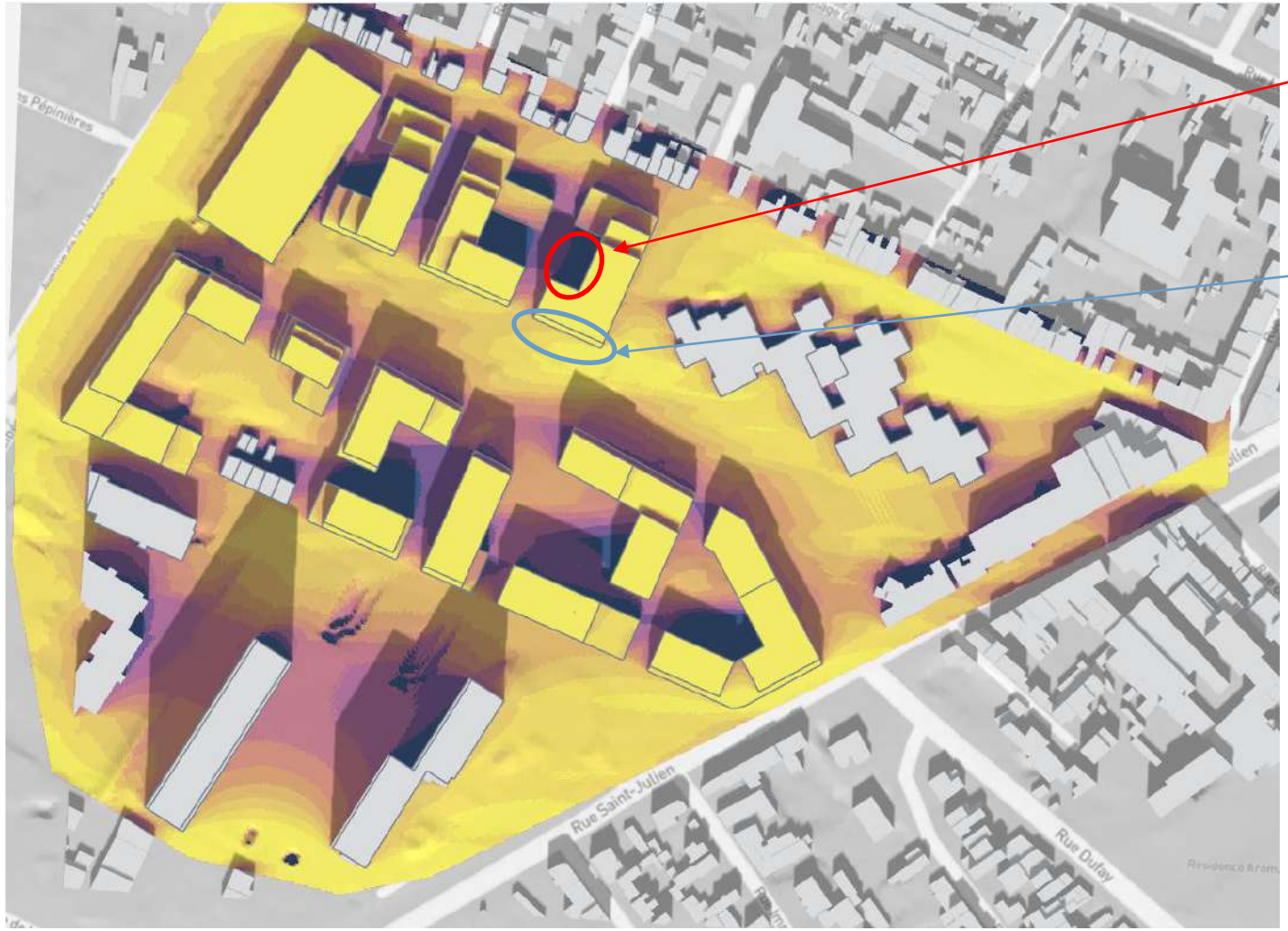
Espaces extérieurs

- Le parc central ne bénéfice pas d'un bon ensoleillement.
- Les venelles sont très contraintes
- En revanche, l'ensoleillement est de très bonne qualité sur de nombreuses toitures. Ces toitures pourront être dédiées à la production d'énergie locale (à confirmer par une étude énergétique) ou une toiture végétalisée avec des plantations adaptées
- Les cœurs d'îlot intérieurs créés par la forme en U des bâtiments, sont très peu ensoleillés en hiver. Les usages projetés en cœur d'ilot (jardin nourricier, potager et espaces de plantation aromatique) sont peu compatibles avec l'ensoleillement projeté en hiver.

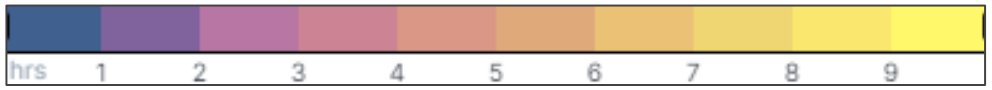


ENSOLEILLEMENT

EQUINOXE PRINTEMPS ET AUTOMNE – 21 MARS / 21 SEPTEMBRE

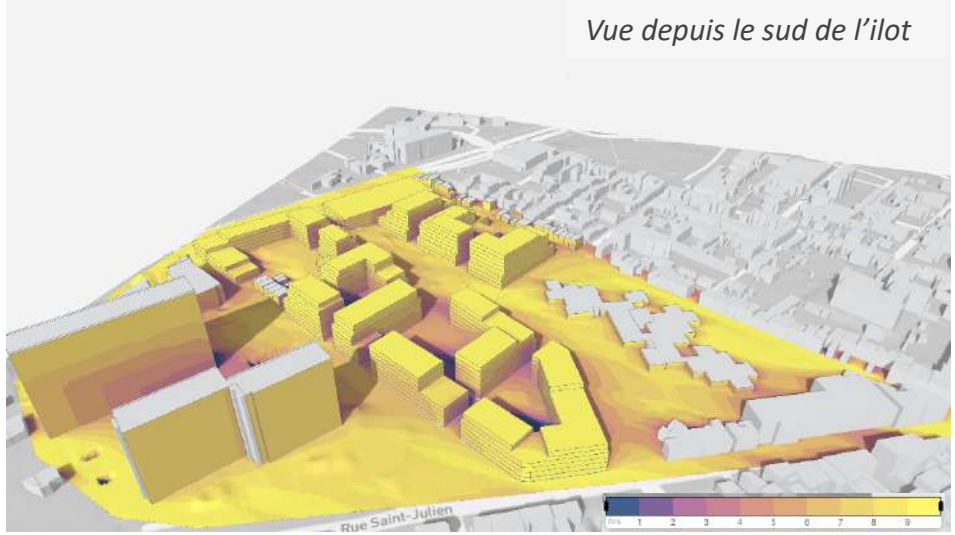


Heures d'ensoleillement

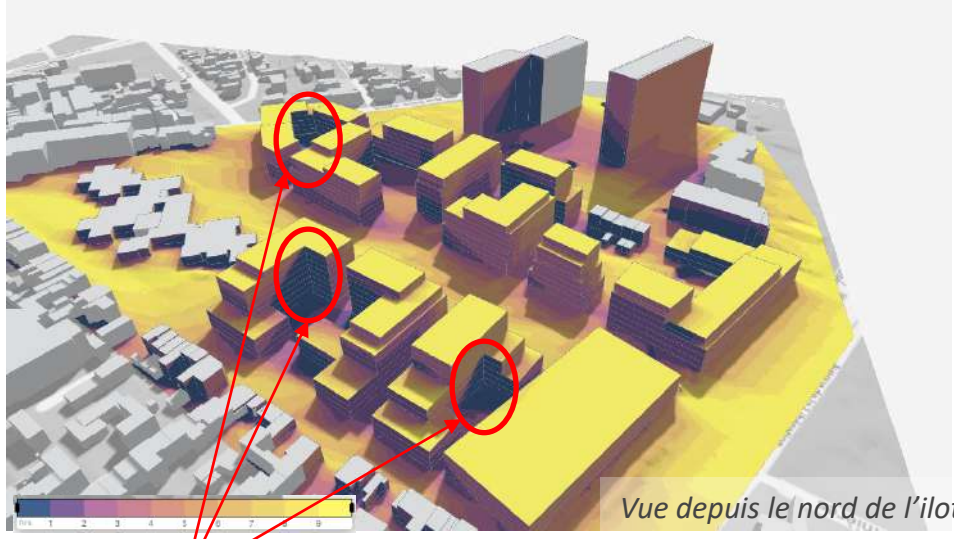


ENSOLEILLEMENT

Equinoxe printemps et automne – 21 Mars / 21 Septembre



Vue depuis le sud de l'ilot



Vue depuis le nord de l'ilot

Exemples de recoins mal exposés

Vue depuis le nord de l'ilot

Echelle bâtiment (façade)

- En mi-saison l'ensemble des façades vers le sud sont bien exposées.
- On constate cependant qu'un phénomène de coin (les coins rentrants faisant face au nord) apparait et qu'une part non-négligeable de façades n'a pas d'accès direct au soleil (environ 10%).
- Les ombres portées par les bâtiments avoisinants, donnant sur la rue Parmentier ne sont plus impactant pour le projet.

Taux d'ensoleillement sur les façades au 21 Mars	Façade
Moins d'1h	**10%**
1h à 2h	13%
2h à 3h	15%
3h à 4h	8 %
5h et plus	54%

Espaces extérieurs

- La plupart des espaces extérieurs (dont le parc central) bénéficient d'un ensoleillement important. Le restaurant, qui prévoit d'avoir une terrasse extérieur ouverte sur le parc, est bien exposée dès la mi-saison (voir page précédente).
- Les différents usages projetés sur les espaces publics du parc (agriculture urbaine, espaces détentes, activités sportives et culturelles, aires de jeux) sont compatibles.
- Cependant, comme pour les façades, les espaces extérieurs dans les coins faisant face au nord ne sont que peu ensoleillés. Les usages nourriciers paraissent peu adaptés.
- La cour de la future crèche, orientée au Nord Ouest, est également faiblement exposée, ce qui n'est pas problématique dans le cadre de l'accueil de publics sensibles (voir page précédente)

Etude de la vue du ciel du projet d’aménagement

COMPOSANTE VERTICALE DU CIEL

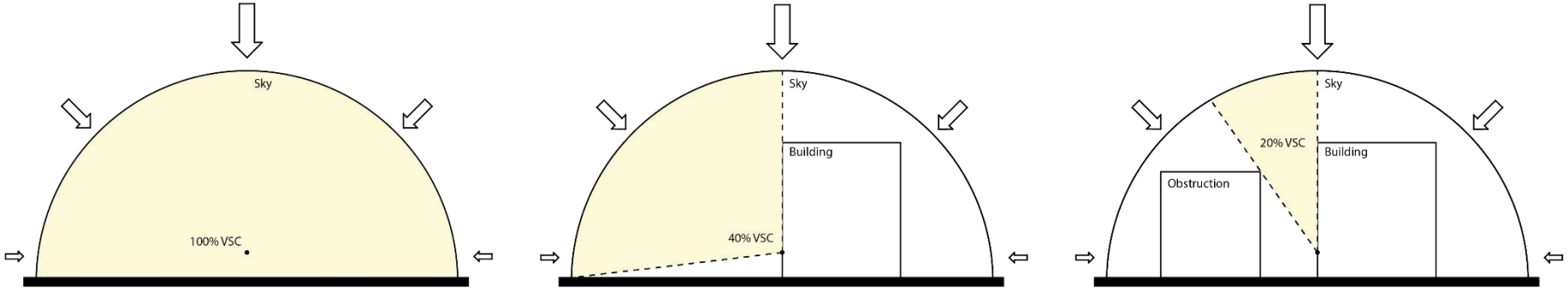
L'analyse Composante Verticale du Ciel (CVC) indique le potentiel de luminosité en chaque point de la façade. Elle calcule la quantité de lumière naturelle qui atteint la façade, divisée par la quantité de lumière naturelle disponible dans un plan horizontal non-obstrué.

OBJECTIF:

- Caractériser pour chaque bâtiment le pourcentage de lumière naturelle qui atteint la façade depuis un point du modèle:
  - 0% : le point est sur une surface totalement obstruée
  - 40% : quand le point est sur une *surface verticale* totalement dégagée.
  - 100% : quand le point est sur une *surface horizontale* totalement dégagée

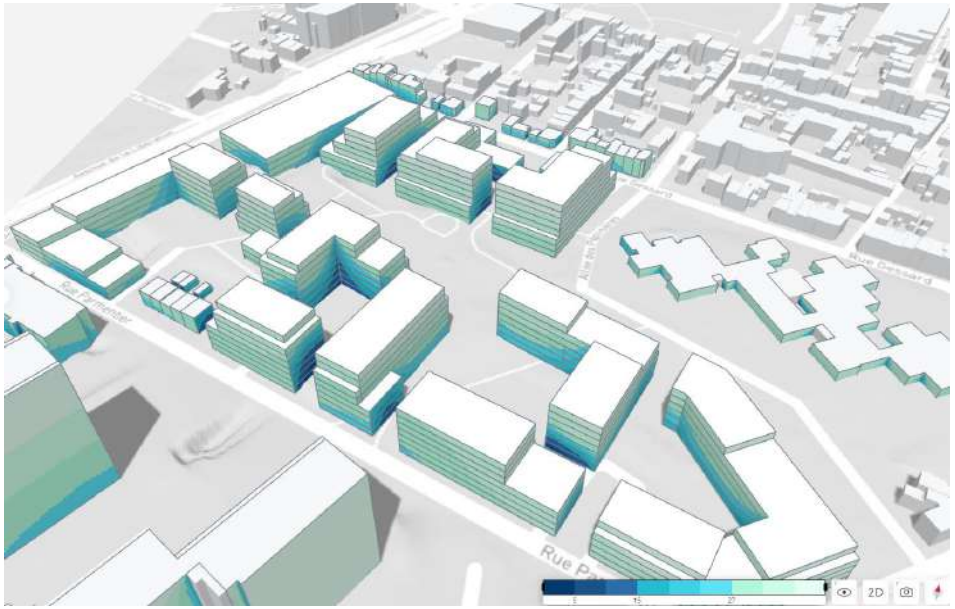
Pour les façades, la composante verticale du ciel sera ainsi compris entre 0 et 40%.

- Ce facteur dépend uniquement des formes géométriques de l'espace. Ainsi, un bon agencement de l'ilot permet de limiter les façades et espaces au sol subissant un mauvais accès au ciel.

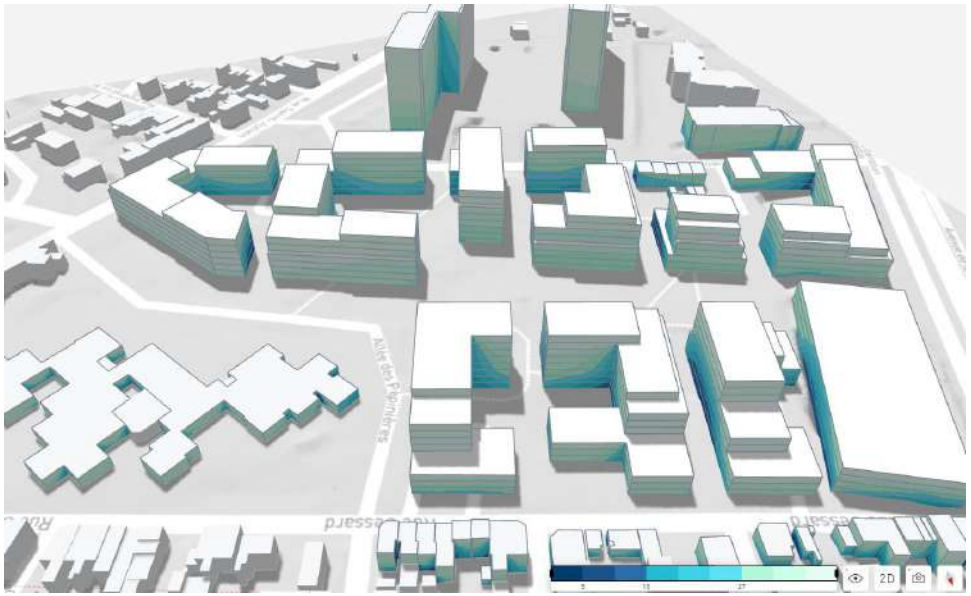


Source : Spacemaker

Composante Verticale du Ciel



Vue depuis le sud de l'ilot



Vue depuis le nord de l'ilot

Statistiques

Situation d'éclairement naturel	Façade
Très sombre (VSC < 5%)	0 %
Sombre *(VSC = 5 à 15%)*	6 %
Correct *(VSC = 15 à 27%)*	26 %
Très favorable *(VSC > 27 %)*	68 %

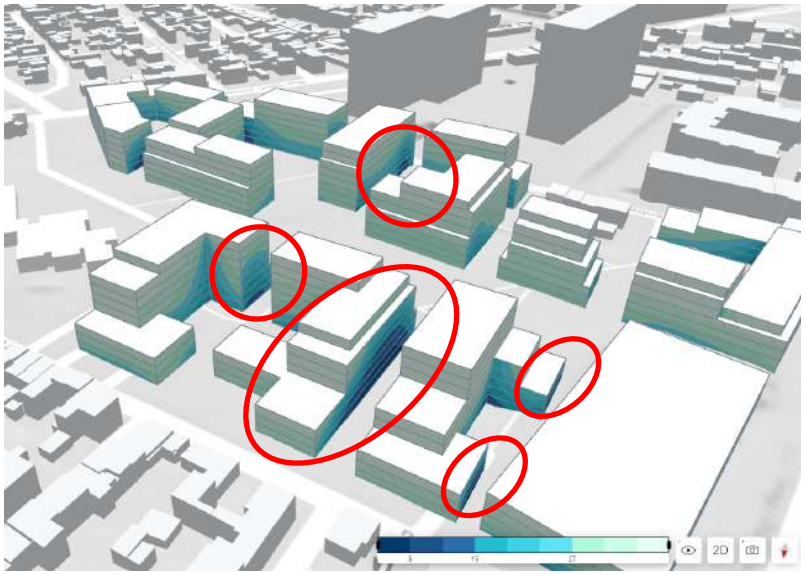
Analyse

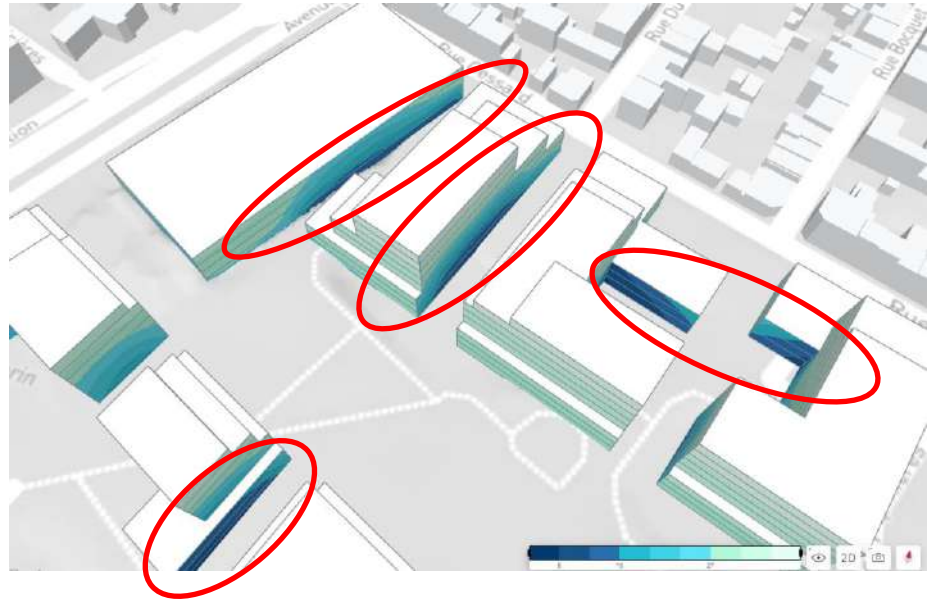
- Les façades au dessus du R+2 sont largement éclairées, y compris les façades donnant sur les cours intérieures.

- On ne constate pas de « coin très sombre ». Cependant, il existe de nombreux endroits où il y a peu éclairage naturel, dû à la faible distance entre les bâtiments et les formes en U de certains îlots.
  - ➢ Les angles intérieurs des formes en U pourront faire être investis par des logements traversants ou des espaces techniques (escalier, ascenseur)

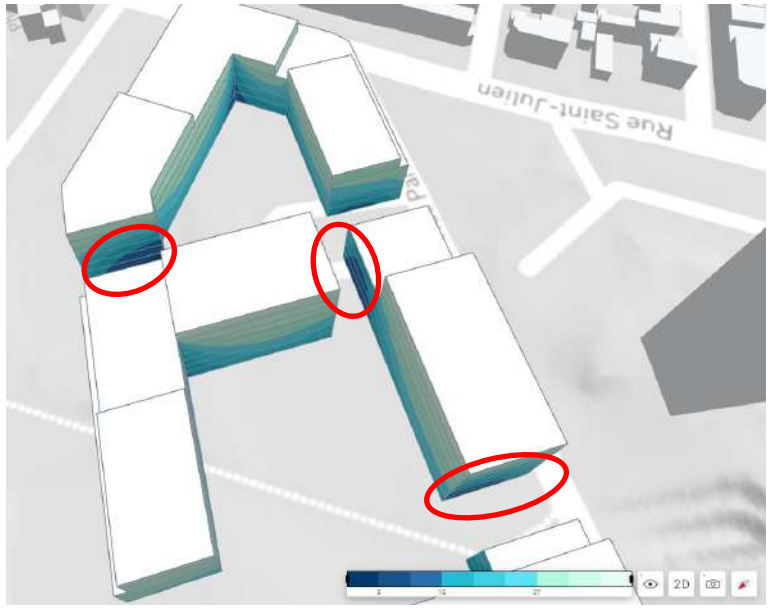
- On constate que les niveaux les plus bas ont moins accès à la lumière naturelle, les masques constitués par les bâtiments se font sentir plus intensément. En particulier sur les pignons donnant sur les entrées des cours intérieures / venelles. (voir slide suivante)
  - ➢ Les usages doivent être étudiés pour que les pièces de vie ne soit pas impactées.
  - ➢ Un recours à des baies vitrées plus larges peut être envisagé dans les étages inférieurs afin de compenser le manque d'accès à une lumière naturelle

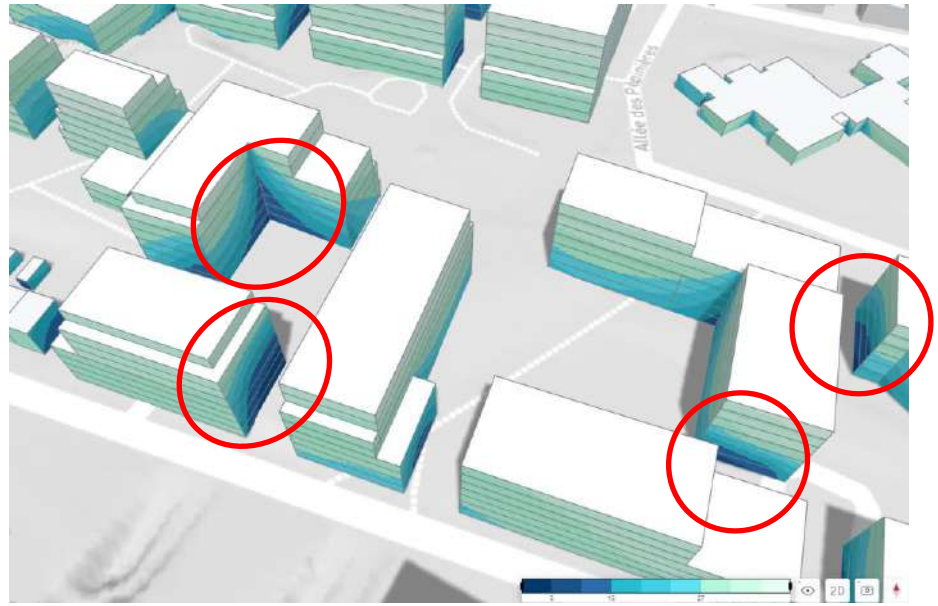
Composante Verticale du Ciel





Zoom sur les parties de façades les moins éclairées





Etude du confort au vent du projet d’aménagement

ETUDE AÉRAULIQUE

Le confort au vent est un **paramètre morphologique.**

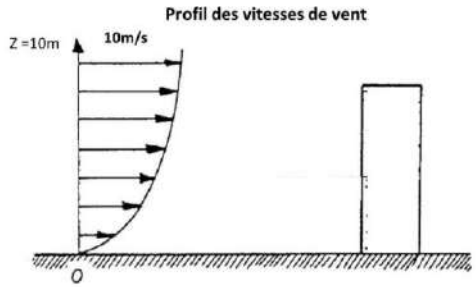
Pour analyser le confort au vent, il a été choisi de simuler différentes conditions:

- Cas avec vitesse de vent maximale
- Cas Hiver, avec vitesse moyenne
- Cas été, avec vitesse moyenne

Le confort au vent est étudié sur un plan à hauteur d'homme, situé à 1,5m du sol, afin d'étudier les situations d'inconfort pour les piétons.

OBJECTIF:

- Evaluer l'exposition au vent du site, en été comme en hiver
- Avec la vitesse maximale et la vitesse moyenne en hiver:
  - Analyser qualitativement les effets aérauliques qu'engendrent les bâtiments du projet, et évaluer les zones où les risques potentiels d'inconfort dus au vent sont les plus importants
  - Proposer si besoin des solutions pour améliorer le confort des piétons dans le quartier
- Avec la vitesse moyenne en été:
  - Vérifier que le projet ne réduit pas le rôle rafraîchissant des vents en période estivale



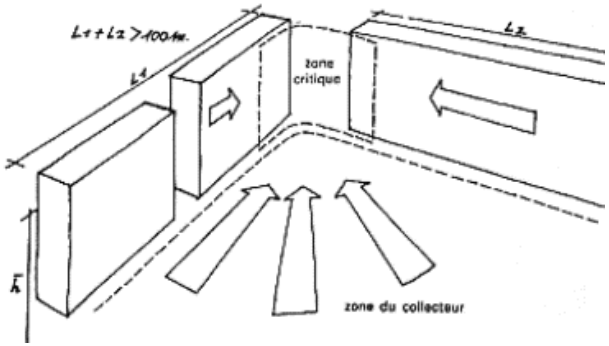
Vitesse du vent m/s		Caractéristiques du vent
Force	Z = 2 m	
2	1,5-3	Les visages ressentent la sensation du vent. Les feuilles bruissent.
3	3-4,5	Les feuilles et les petits rameaux sont en mouvement permanent. Le vent déploie pleinement les drapeaux. Les cheveux sont dérangés. Les vêtements amples battent au vent.
4	4,5-7	La poussière et les papiers se soulèvent. Les branches s'agitent. Les cheveux sont décoiffés.
5	7-9	Les petits arbres avec des feuilles oscillent. La marche est légèrement perturbée.
6	9-11	Les grosses branches se mettent en mouvement. Le vent siffle dans les fils téléphoniques. Les parapluies sont utilisés avec peine. La marche devient très instable.
7	11-14	Les arbres sont totalement en mouvement. On éprouve de grosses difficultés à marcher contre le vent.
8	14-17	Les branches d'arbres se cassent. D'une façon générale, progression pédestre très difficile et dangereuse.
9*	17-20	Risque d'être violemment projeté à terre sous l'effet des bourrasques.

On considère qu'à partir d'une vitesse de 3,5m/s, il y aura un sentiment d'inconfort en hiver.

A partir de 9m/s, ce sont des fortes rafales de vent, qui peuvent entraîner des problèmes de sécurité pour les piétons.

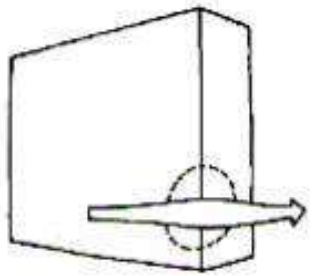
LES EFFETS DE TURBULENCE CLASSIQUE SONT PRÉSENTÉS CI-DESSOUS:

Effet Venturi



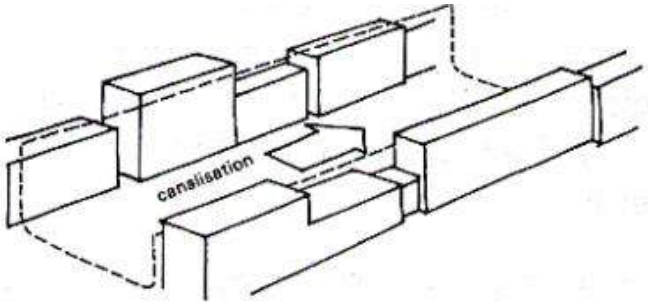
Phénomène de collecteur formé par des constructions dessinant un angle ouvert : le rétrécissement du passage a pour effet d'augmenter la vitesse pour un débit identique

Effet de coin



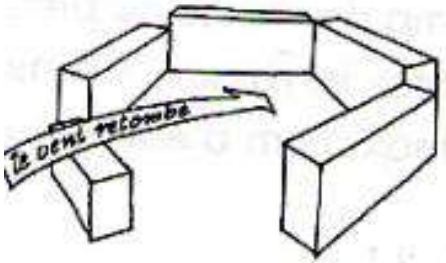
Phénomène d'accélération localisée, à l'angle d'un bâtiment, dû à un gradient très élevé du champ de pression sur un espace limité entre la façade exposée et celle qui se situe en dépression.

Effet de canalisation



Ensemble construit formant un couloir à ciel ouvert
Une canalisation ne constitue pas une gêne particulière si ce n'est qu'elle peut transmettre une anomalie sur toute sa longueur (Venturi)

Effet de maille



Juxtaposition de bâtiments formant alvéole ou poche. Dépend de la hauteur et de l'orientation du vent.

Source : Gandemer, intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti

ÉTUDE AÉRAULIQUE – VENTS D'HIVER ET VENTS FORTS

CAS VENTS FORTS :

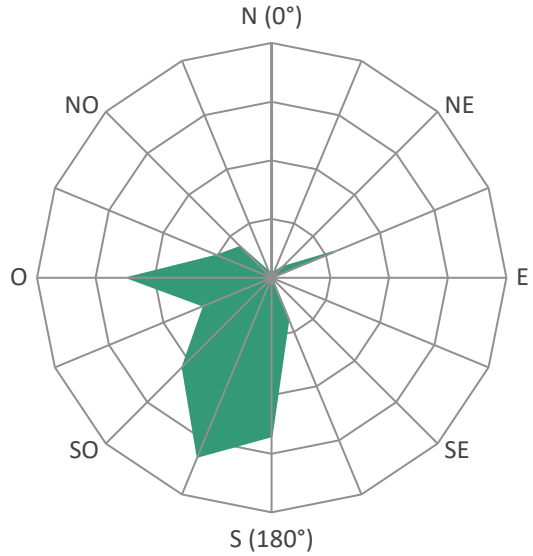
- D'après la rose des vents obtenue pour les vents fort, on observe les tendances suivantes :
  - Cas 1 – Provenance Sud (202,5°)

CAS HIVER :

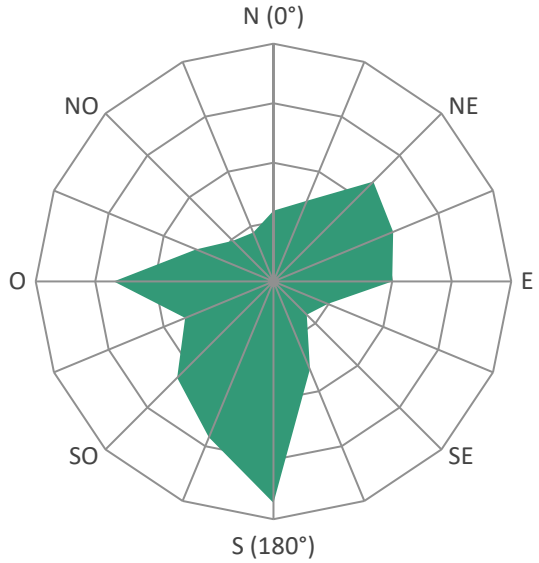
- D'après la rose des vents obtenue en hiver, on observe les tendances suivantes :
  - Cas 2 – Provenance Sud (180°)
  - Cas 3 – Provenance Nord-Est (45°)

- Vitesse et Direction du vent :
  - Cas 1 – Vents forts S – 7,5m/s à 10m du sol pour une direction Sud
  - Cas 2 – Vents moyens S - 5,5 m/s à 10m du sol, vitesse moyenne à Rouen en hiver pour une direction Sud
  - Cas 3 – Vents moyens NE – 4,5 m/s à 10m du sol, vitesse moyenne à Rouen en hiver pour une direction Nord-Est

Rose des vents forts

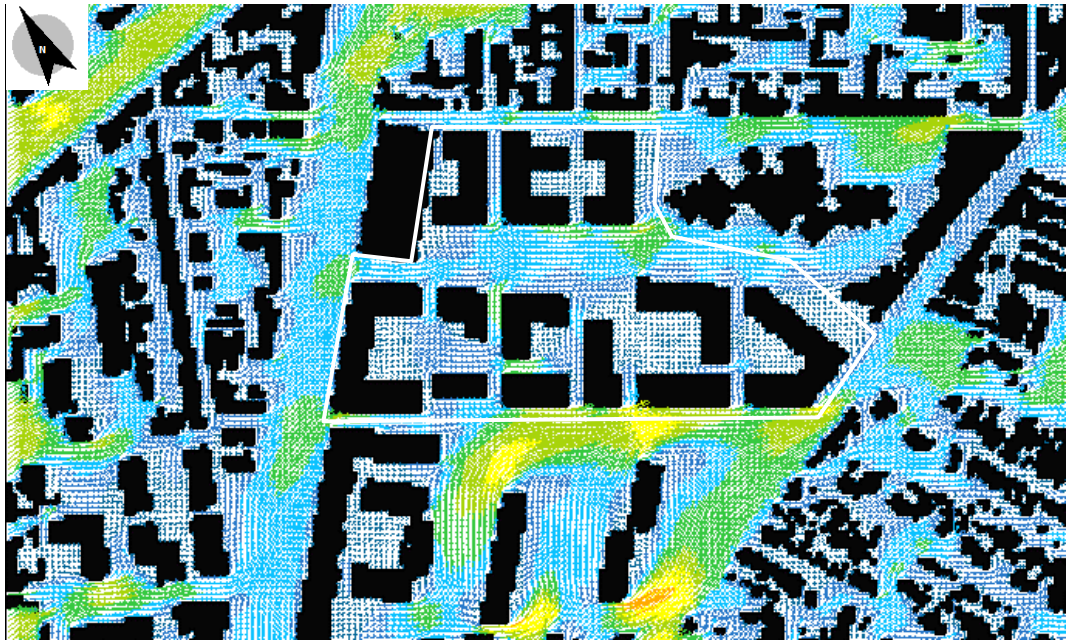


Rose des vents d'hiver

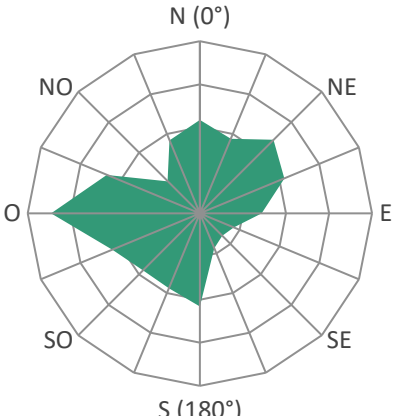


ÉTUDE AÉRAULIQUE – ÉTÉ - VENTS MOYENS

VITESSE DE VENT MOYENNE EN ÉTÉ PROVENANT DE L'OUEST (VENTS DOMINANTS)



Rose des vents d'été de Rouen



D'un point de vue aéraulique, il est considéré qu'à partir d'une vitesse de 3,5m/s, il y a un sentiment d'inconfort en hiver. A partir de 9m/s, ce sont des fortes rafales de vent, qui peuvent entraîner des problèmes de sécurité pour les piétons

En période caniculaire, l'objectif est d'attirer au maximum le vent sur la parcelle pour améliorer le confort thermique des usagers.

En été, dans le quartier, on observe des zones d'inconfort, liées à la faible vitesse des vents :

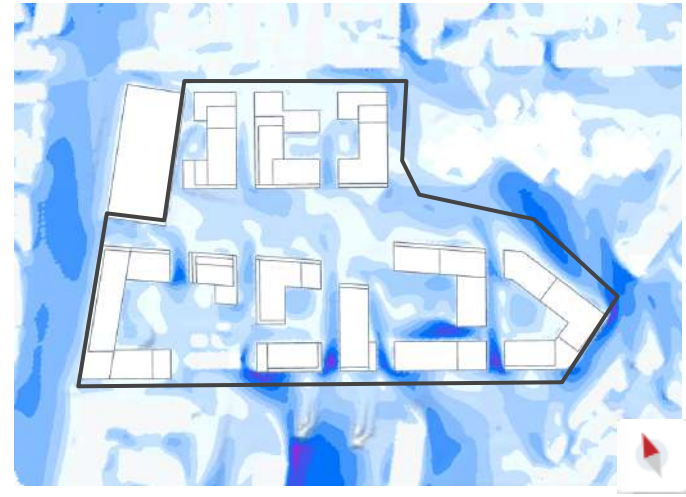
- Dans les cœur d'îlots
- Dans les venelles Nord-Sud
- Sur la place Saint-Julien
- Sur le parvis de la crèche et maternelle

Le parc et les rues entourant le projet, en particulier la rue Parmentier, sont en revanche bien ventilés.

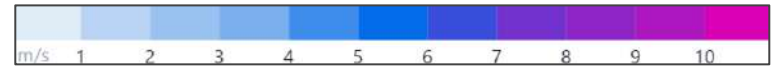
ÉTUDE AÉRAULIQUE – CAS 1 – RAFALES PROVENANT DU S

VITESSE DE VENT FORT (7,5M/S) PROVENANT DU SUD, H=1,75M

Zones d'inconfort :



Vitesse des vents à 1,75m



Zones de confort (jusqu'à 3 m/s)

Zones soumise à un risque d'inconfort modéré (entre 3 et 7m/s)

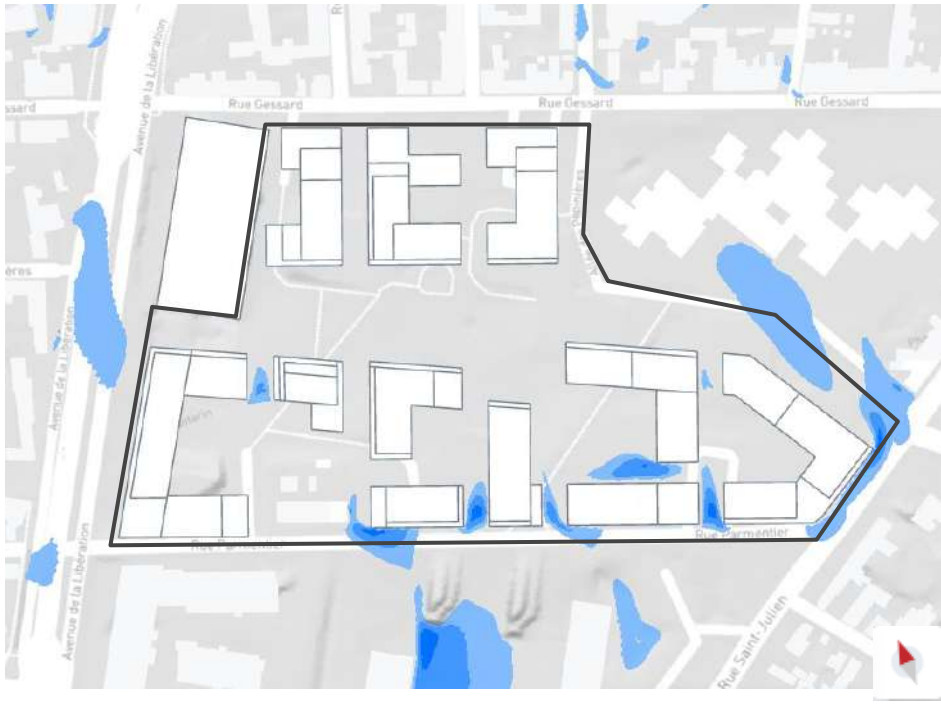
Zone soumise à un risque d'inconfort fort (au dessus de 7m/s)

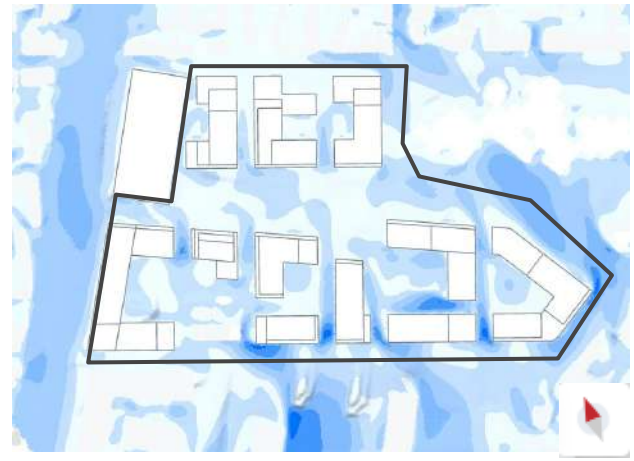
- Contrairement à la configuration actuelle, les bâtiments implantés au Sud protègent le site des vents forts.
- Le long de ces bâtiments, les vitesses de vent sont importantes avec quelques zones dangereuses dues à des effets de coins et de canalisation, En particulier autour des lots C3 et D.
- Sur l'allée de la Pépinière à l'Est le vent s'engouffre largement, la zone est inconfortable en cas de vent fort.
- Le Parc n'est pas exposé aux vents forts

ÉTUDE AÉRAULIQUE – HIVER – CAS 2 - VENTS MOYENS S

VITESSE DE VENT MOYENNE (5,5M/S) EN HIVER PROVENANT DU S (180°) , À UNE HAUTEUR H=1,75M

Zones d'inconfort :





Vitesse des vents à 1,75m

Zones de confort (jusqu'à 3 m/s)

Zones soumise à un risque d'inconfort modéré (entre 3 et 7m/s)

Zone soumise à un risque d'inconfort fort (au dessus de 7m/s)

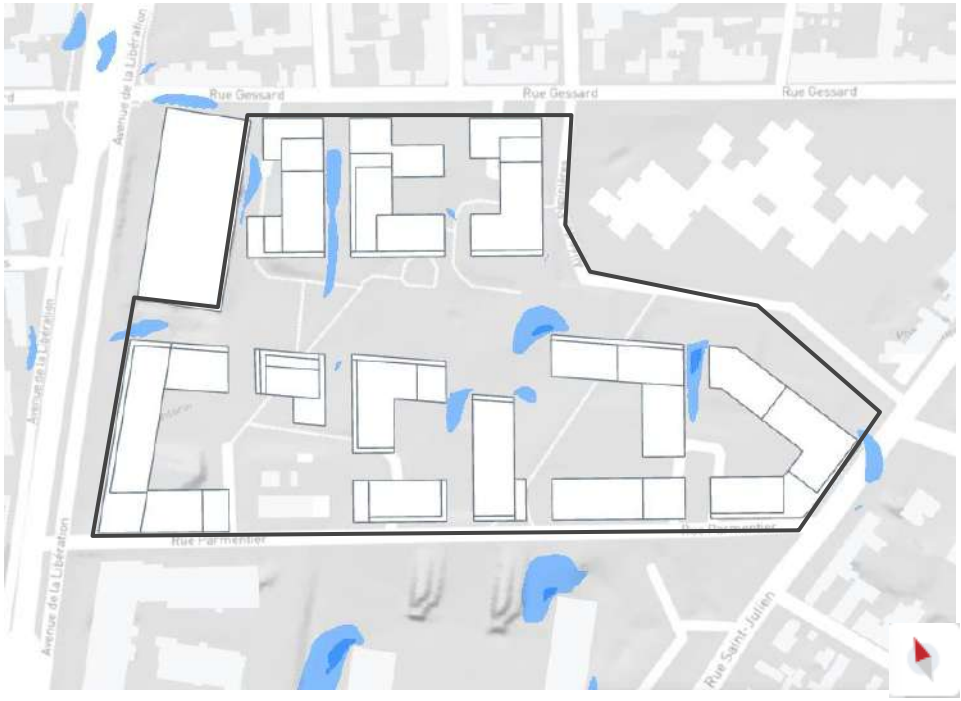
- Pour des vents moyens venant de la direction S (180°), on observe toujours des zones avec des vents atteignant une vitesse supérieure 3 m/s autour des bâtiments au Sud et sur l'allée de la pépinière.

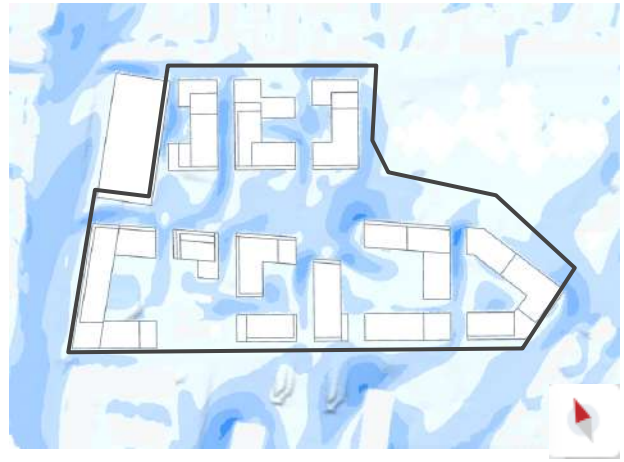
➢ Ces espaces exposés pourront faire l'objet d'un travail paysager spécifique.

ÉTUDE AÉRAULIQUE – HIVER – CAS 3 - VENTS MOYENS NE

VITESSE DE VENT MOYENNE (4,5M/S) EN HIVER PROVENANT DU NE (45°) , À UNE HAUTEUR H=1,75M

Zones d'inconfort :





Vitesse des vents à 1,75m

Zones de confort (jusqu'à 3 m/s)

Zones soumise à un risque d'inconfort modéré (entre 3 et 7m/s)

Zone soumise à un risque d'inconfort fort (au dessus de 7m/s)

- Pour des vents venant de la direction NE (45°), on observe des zones avec des vents atteignant une vitesse supérieure 3 m/s dans les angles Nord des bâtiments du lot D et dans la venelle entre les lot A1 et A2
  Ces zones sont moins étendues que sur le site initial.

Impact acoustique de la circulation

IMPACT ACOUSTIQUE DE LA CIRCULATION

CONTEXTE DE L'ÉTUDE

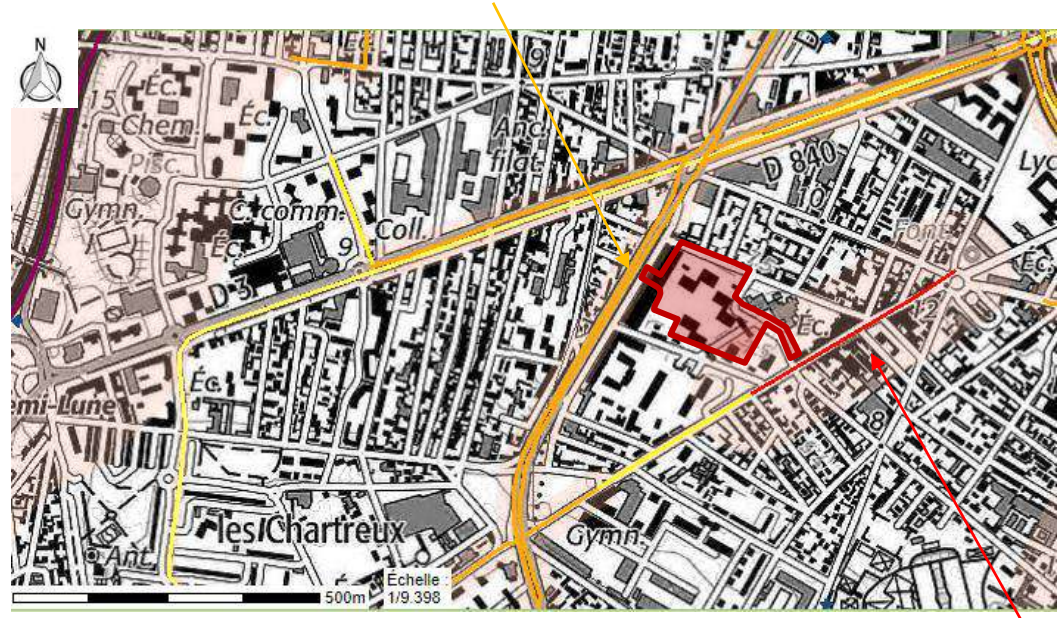
- D'après le PLUi de la Métropole de Rouen, le site est concerné par :
  - l'Avenue de la Libération de catégorie 4 avec une largeur d'impact de 30 m.
  - la rue Saint-Julien, de catégorie 3 avec une largeur d'impact de 100 m.

- En matière de trafic, les hypothèses d'entrée sont issues de l'Observatoire des déplacements sur Rouen, 2016 CEREMA. Ce dernier compte 16 252 véhicules par jour sur l'Avenue de la Libération. Cette avenue est circulée à 50km/h

- Aucune source n'a pu renseigner les TMJA sur la rue Saint-Julien. Il a été choisi, comme hypothèse, d'appliquer également un TMJA de 16 252 véhicules par jour. D'après la Mairie de de Rouen, la circulation est autorisée à 30 km/h.

- Ces hypothèses d'entrée sont donc les plus contraignantes. Depuis 2019, l'Avenue de la Libération a été réaménagée avec :
  - Une seule voie à double sens
  - Aménagement d'une voie BHNS double sens
  - Aménagement d'une voie cyclable double sens

Avenue de la Libération – voie de catégorie 4 avec une largeur d'affectation de 30 m



Classement sonore des infrastructures de transports terrestres en Seine-Maritime (approuvé par arrêté préfectoral du 27 mai 2016 - http://carto.geo-ide.application.developpement-durable.gouv.fr/292/Classement_sonore_076.map#

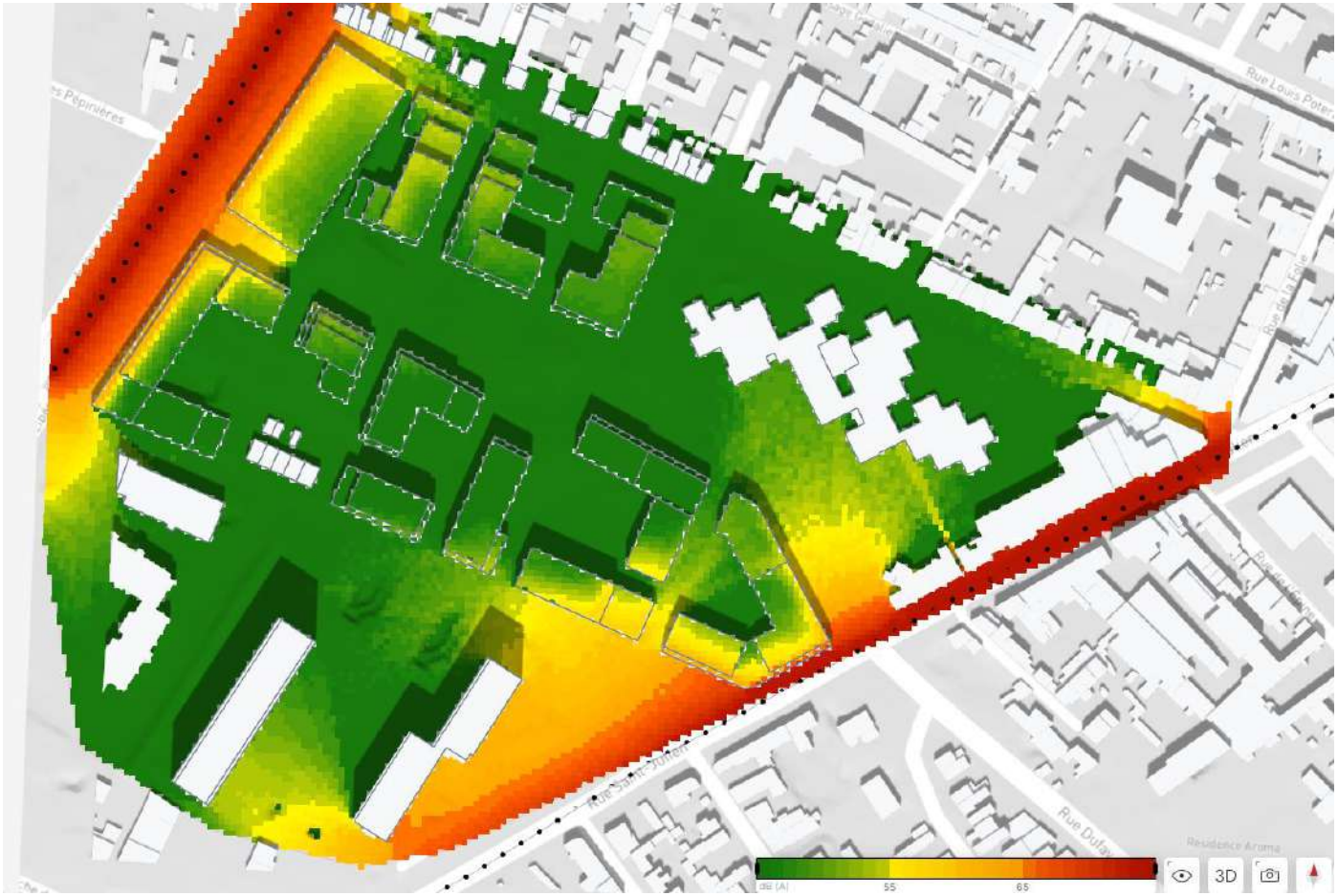
Rue Saint-Julien de catégorie 3 avec une largeur d'affectation de 100 m

Emprise approximative périmètre projet

CLASSEMENT SONORE RD-VC 076
- Catégorie 2 (fuseau de 250 m)
- Catégorie 3 (fuseau de 100 m)
- Catégorie 4 (fuseau de 30 m)
- Catégorie 5 (fuseau de 10 m)

RD-VC FUSEAU CLASSEMENT SONORE

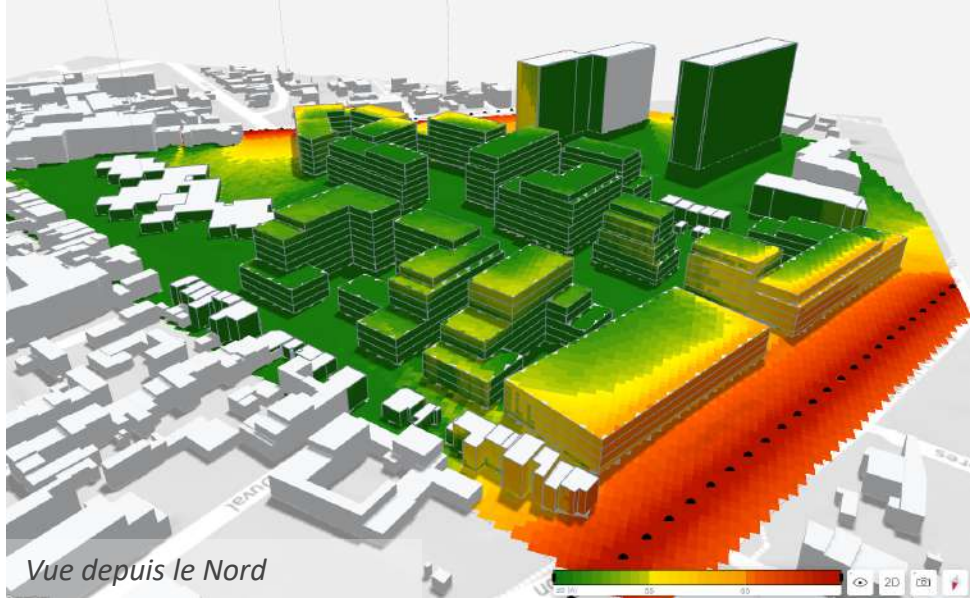
IMPACT ACOUSTIQUE DE LA CIRCULATION



- Dans l'ensemble l'implantation des bâtiments permet de protéger les cours intérieures, ainsi que les pièces des logements donnant sur les cœurs d'ilot, des bruits de circulation.

Exposition au bruit	Façade
Peu favorable *(> 65 dB)*	4 %
Correct *(de 55 à 65 dB)*	10 %
Très favorable *(< 55 dB*	86 %

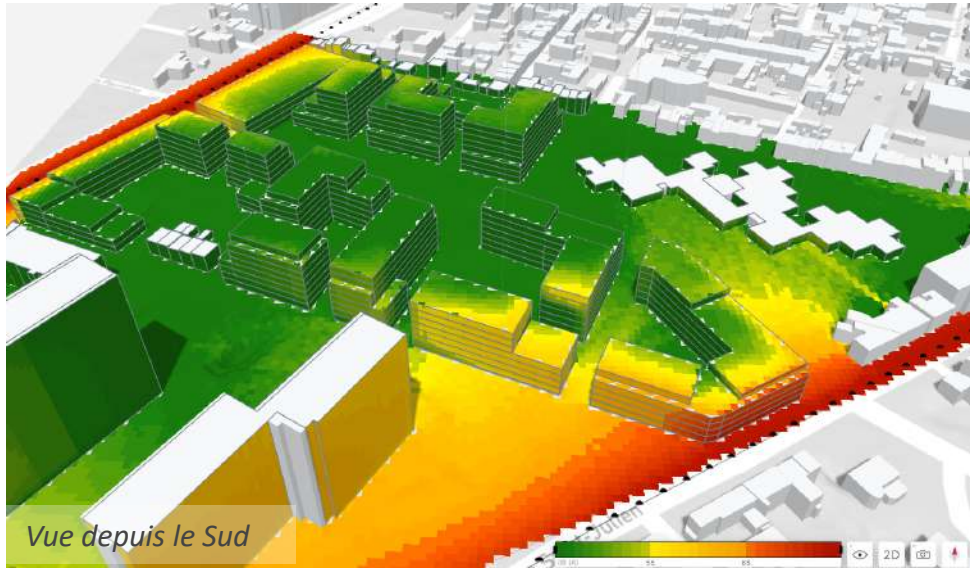
IMPACT ACOUSTIQUE DE LA CIRCULATION



Vue depuis le Nord

IMPACT DE L'AVENUE DE LA LIBÉRATION

- Le lot Santorin porté par l'OPH Rouen Habitat est exposé aux nuisances sonores engendrées par l'Avenue de la Libération.
- ➢ L'isolation acoustique de la façade Nord-Ouest devra être supérieure à la réglementation
- Elle impacte un peu la façade Nord et Nord-Ouest des bâtiments portés par COGEDIM-VIRGIL situés proche de la voirie (lots A et B1)
- Le lot Santorin porté par l'OPH Rouen Habitat constitue une barrière phonique permettant de protéger le Parc. A l'échelle des lots voisins, cette barrière phonique explique le fait que les niveaux hauts des bâtiments portés par COGEDIM-VIRGIL sont plus impactés que les niveaux bas.



Vue depuis le Sud

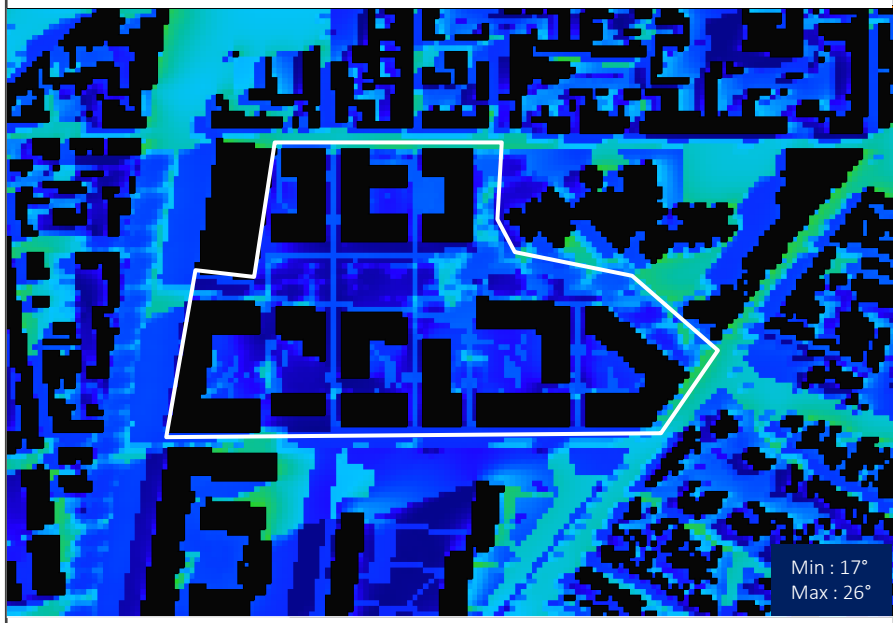
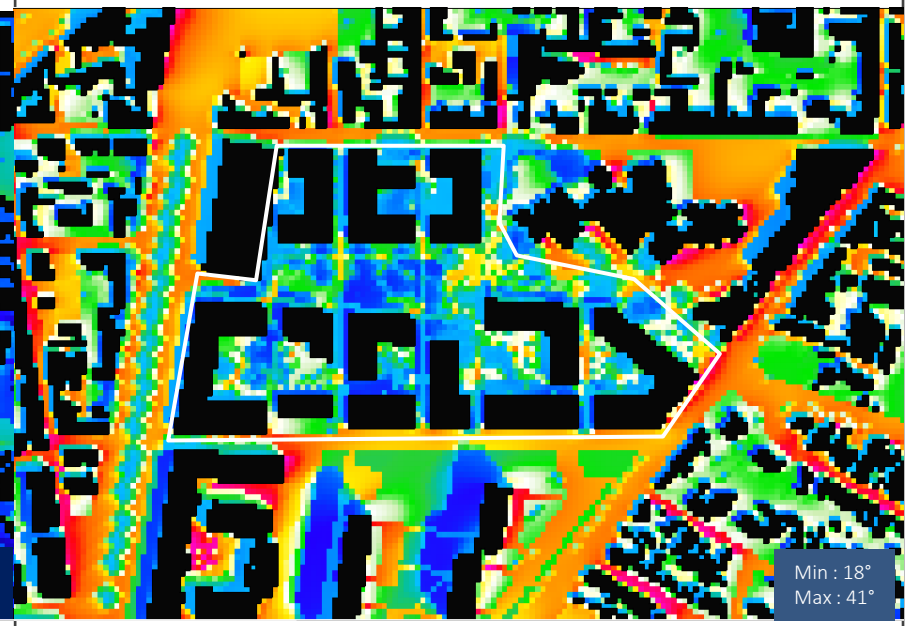
IMPACT DE LA RUE SAINT JULIEN

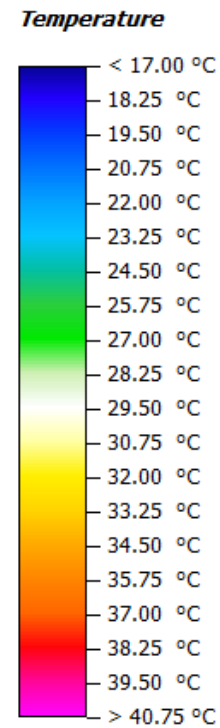
- La circulation sur cette voie impacte les façades du Lot Saint-Julien porté par l'OPH Rouen Habitat
- ➢ L'isolation acoustique des façades Sud, Sud-Est et Nord-Est devront être supérieures à la réglementation
- Elle impacte un peu les façades Sud et Sud-Est du lot D porté par COGEDIM-VIRGIL
- Le lot Santorin porté par l'OPH Rouen Habitat constitue une barrière phonique permettant de protéger le Parc.

Etude des températures de surface

Température de surface en Été

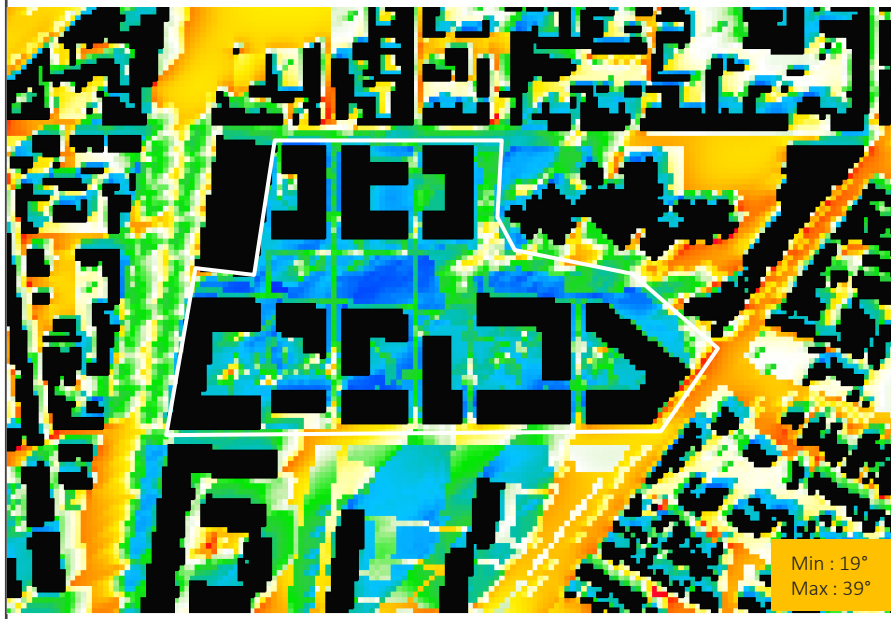
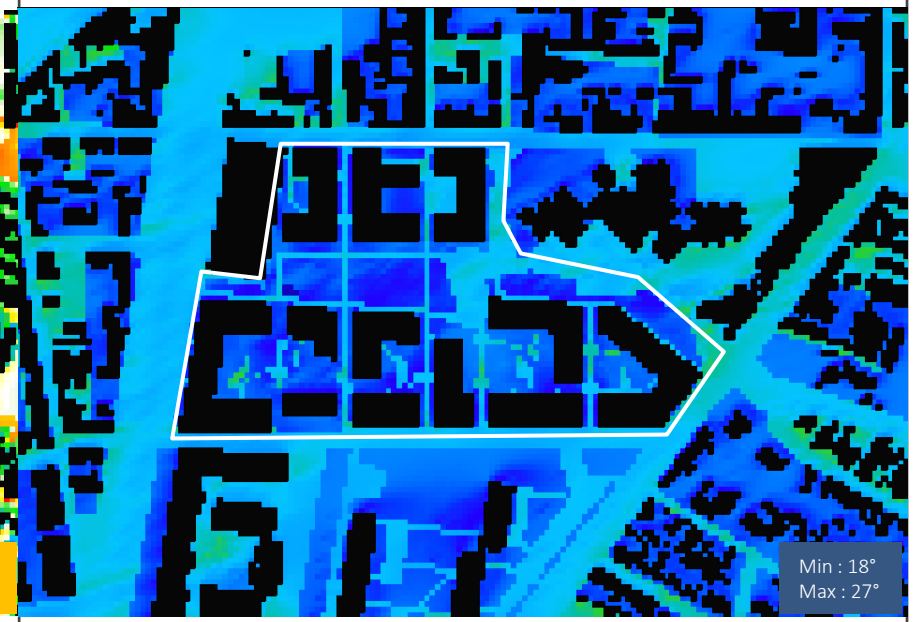
Etude le 15/08

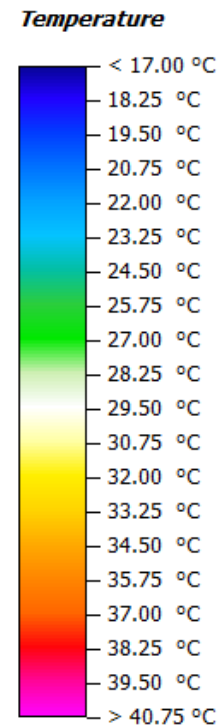
08h — Tair= 18°C	12h — Tair= 22°C
	
A 8h, le site monte peu en température par rapport aux rues alentour. Le site étant plus dense et arboré une grande partie des espaces extérieurs est encore dans l'ombre.	A 12h, les températures sur les revêtements asphaltés en dehors du site atteignent des températures allant jusqu'à 40°C au niveau des zones les plus ensoleillées. Sur le site, il n'y a pas de revêtement asphalté mais d'autres revêtements minéraux qui se distinguent également de la pleine terre par leur montée en température à 33°C. Entre ces surfaces minéralisées et les espaces de pleine terre, on constate des différences de température allant jusqu'à 15°C. L'échauffement des sols du site est contenu grâce à l'ombrage généré par les bâtiments et grâce à la végétalisation, en particulier au centre du site dans le parc.



Température de surface en Été

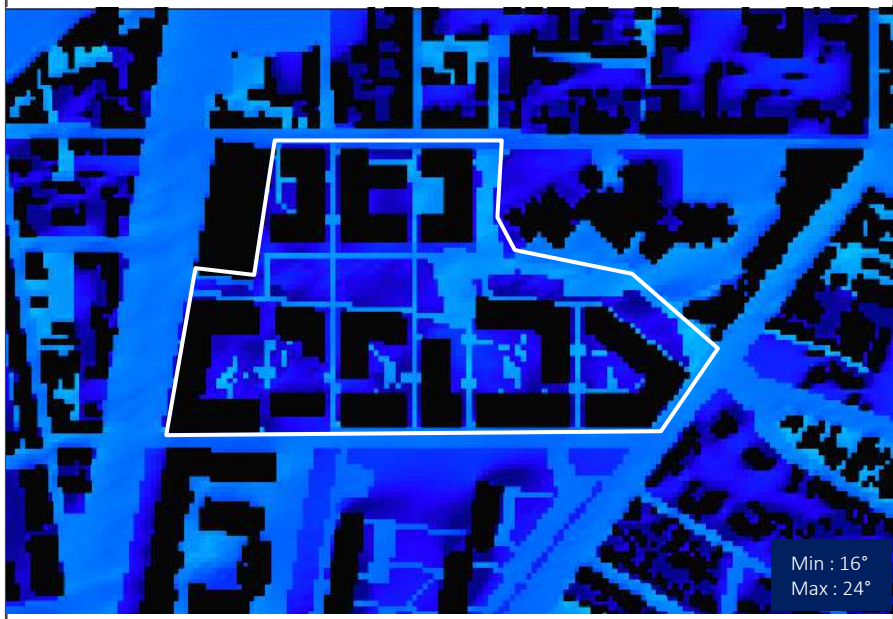
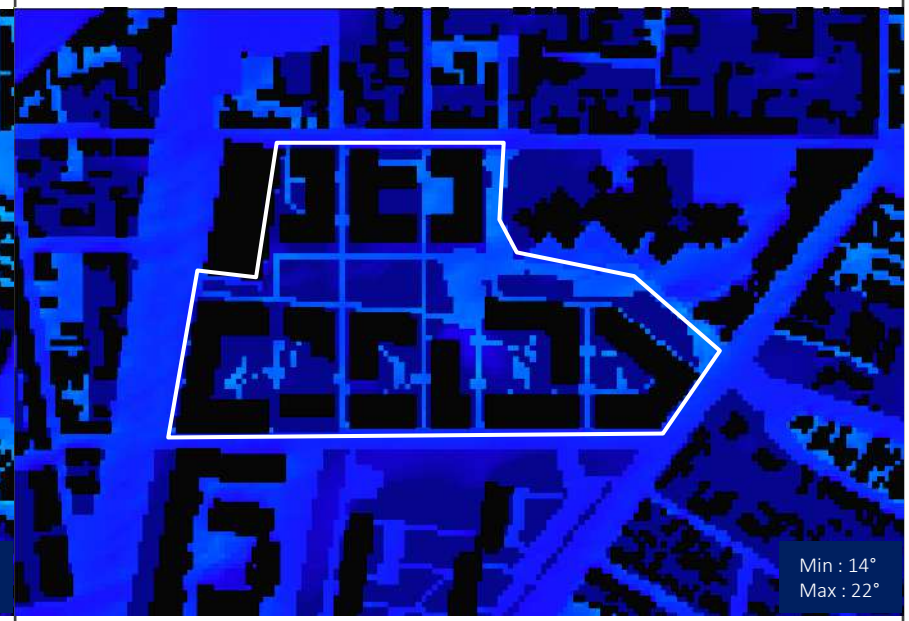
Etude le 15/08

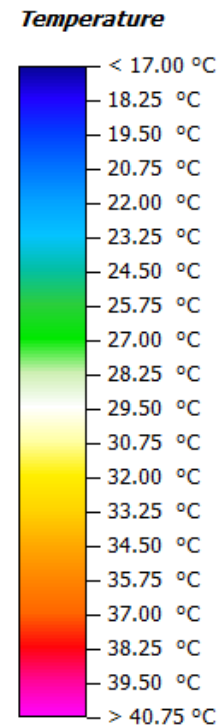
16h — Tair= 26°C	20h — Tair= 23°C
	
Les espaces minéralisés les plus chauds du site redescendent légèrement en température. Le reste du sol du site monte légèrement en température mais reste globalement plus frais que la température d'air. Les cœurs d'ilot mal aérés (voir page 59) peuvent maintenir des températures importantes (exemple du Lot Santorin avec une température localisée jusqu'à 38°C)	A 20h, les surfaces minéralisées du site conservent de la chaleur et restent à une température légèrement plus élevée que la température d'air, contrairement aux zones de pleine terre où la température descend en dessous de 21°C. Les zones enherbées au centre du site redescendent un peu plus rapidement et peuvent atteindre les 18°C.



Température de surface en Été

Etude le 15/08

00h — Tair= 20°C	04h — Tair= 17°C
	
A 00h, les différents types de revêtements de sol sont clairement identifiables. La température de surface sur les espaces minéralisés reste à une température supérieure à la température extérieure, avec 21°C, contrairement à la pleine terre à une température de 18°C, inférieure à la température d'air.	A 04h, les écarts de température sont toujours très visibles, avec des températures de sol variant de 14°C à 22°C pour une température d'air à 17°C. Les zones chaudes correspondent aux sols minéralisés.



Etude des températures d'air

État initial / Projet

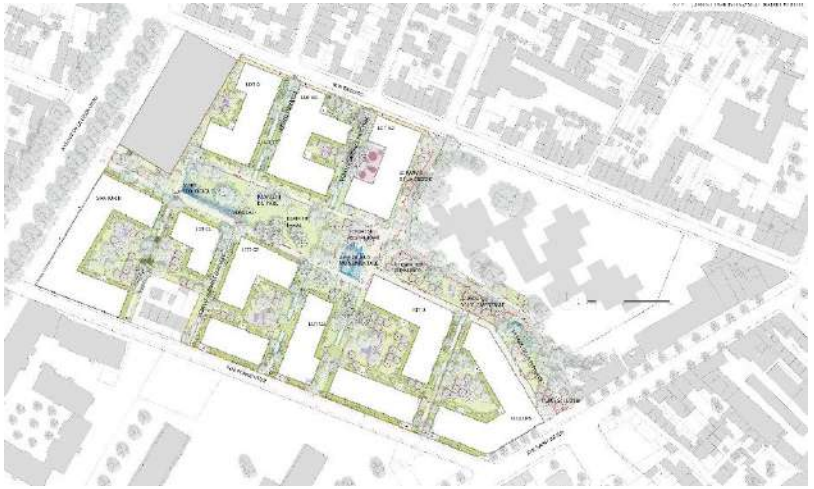
Température d'air
Site Actuel / Projet

Objectif:

- Regarder l'impact du projet sur son environnement et sur son site, par l'étude des différences de température d'air en été le 15/08 entre le projet et le site actuel.

Les températures d'air sont données à hauteur de piéton, à h=1,5m, avec les conditions météorologiques du cas été (vitesse d'air moyenne).

Site Actuel



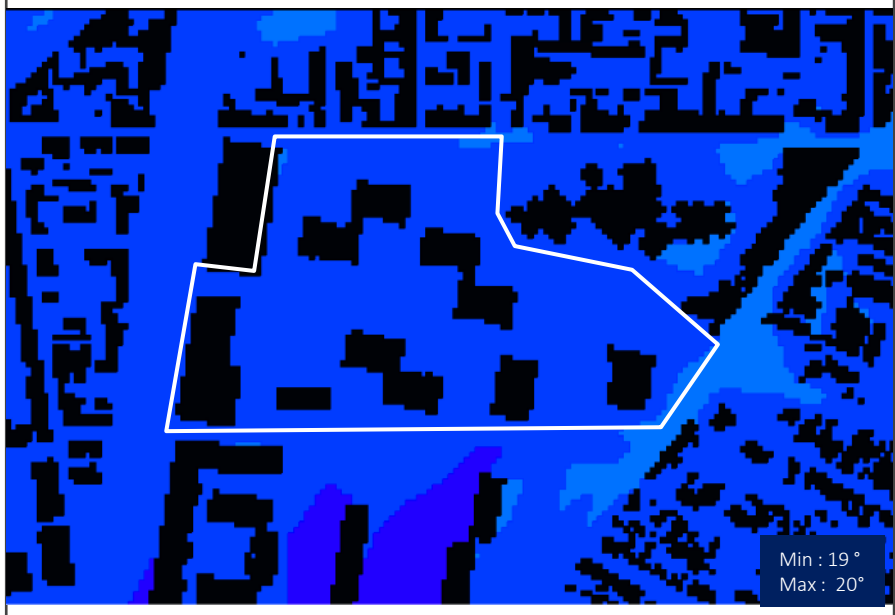
Projet

TEMPÉRATURE D'AIR EN ÉTÉ

ETUDE LE 15/08

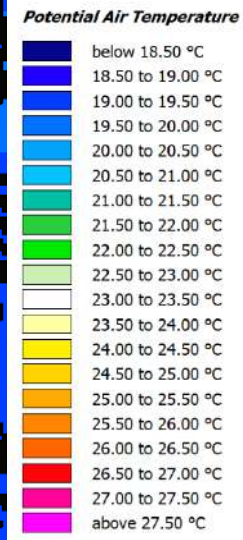
08h - site initial

Tair= 18°C



08h – projet

Tair= 18°C



- Les températures à 8h sont très proches des températures d'entrée. Les températures du site en configuration initiale ou projet sont très similaires

Température d'air en Été

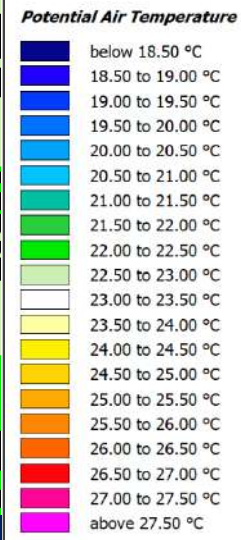
Etude le 15/08

12h - site initial

Tair= 22°C

12h – projet

Tair= 22°C



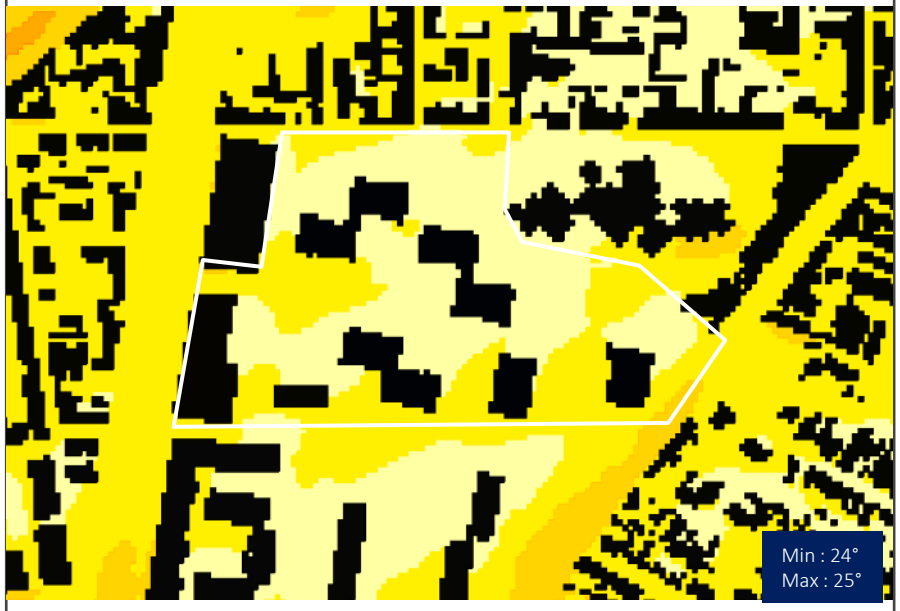
- Le site en configuration initiale ou projetée est globalement moins chaud que les rues avoisinantes.
- Les températures sont globalement similaires mais réparties différemment : sur le site projeté, l'endroit le plus chaud n'est pas le parking sud mais le parvis de la crèche.
- Bien que la zone du parvis de l'école élémentaire soit à la même température que dans l'état initial, on peut voir que la partie Est de l'école est, elle, positivement impactée par le projet : la zone chaude dans la cour (jaune et blanc) est fortement réduite grâce notamment à la végétation sur l'allée des Pépinières
- En revanche la partie Est de la rue Parmentier est plus chaude avec le projet

TEMPÉRATURE D'AIR EN ÉTÉ

ETUDE LE 15/08

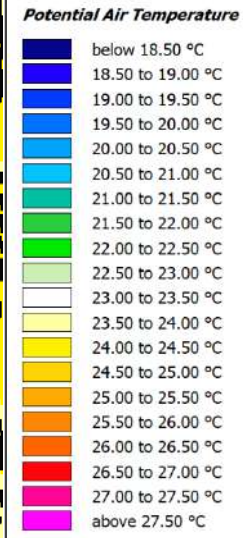
16h - site initial

Tair= 26°C



16h – projet

Tair= 26°C



- A 16h, au moment le plus chaud de la journée, on peut voir que les zones les plus chaudes (en jaune foncé) sont présentes mais moins étendues sur le projet. L'apport d'arbres, ainsi que des revêtements de sol avec un plus grand albédo sont bénéfiques.

TEMPÉRATURE D'AIR EN ÉTÉ

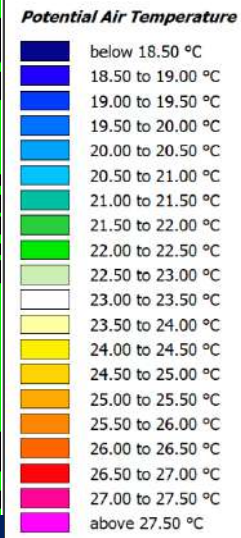
ETUDE LE 15/08

20h - site initial

Tair= 23°C

20h – projet

Tair= 23°C



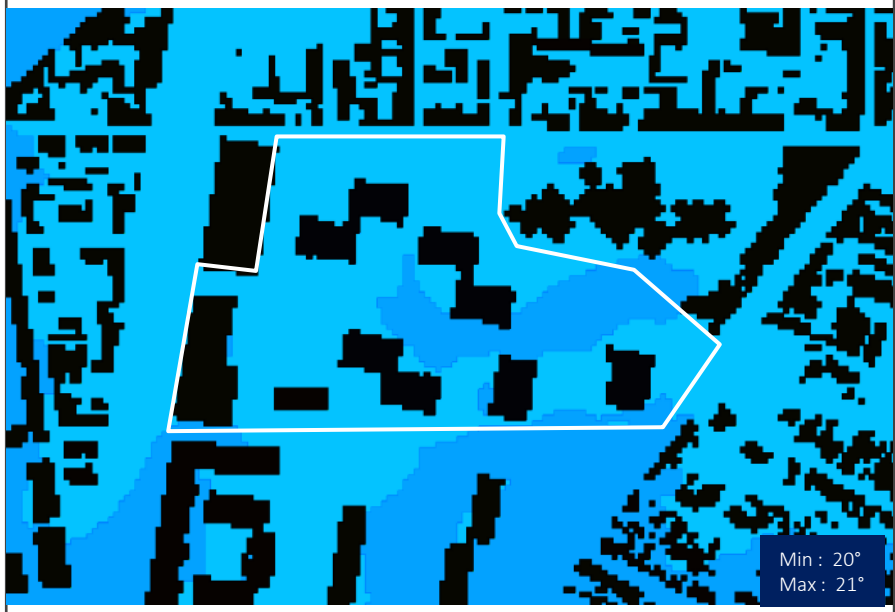
- A 20h, il n'y a que peu d'écarts de température entre le site initial et le projet
- Une zone plus fraiche grâce aux vents était présente à l'état initial, les bâtiments du projet ne permettent pas de conserver cette ventilation du site

TEMPÉRATURE D'AIR EN ÉTÉ

ETUDE LE 15/08

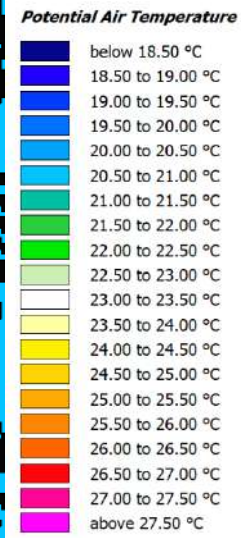
00h - site initial

Tair= 20°C

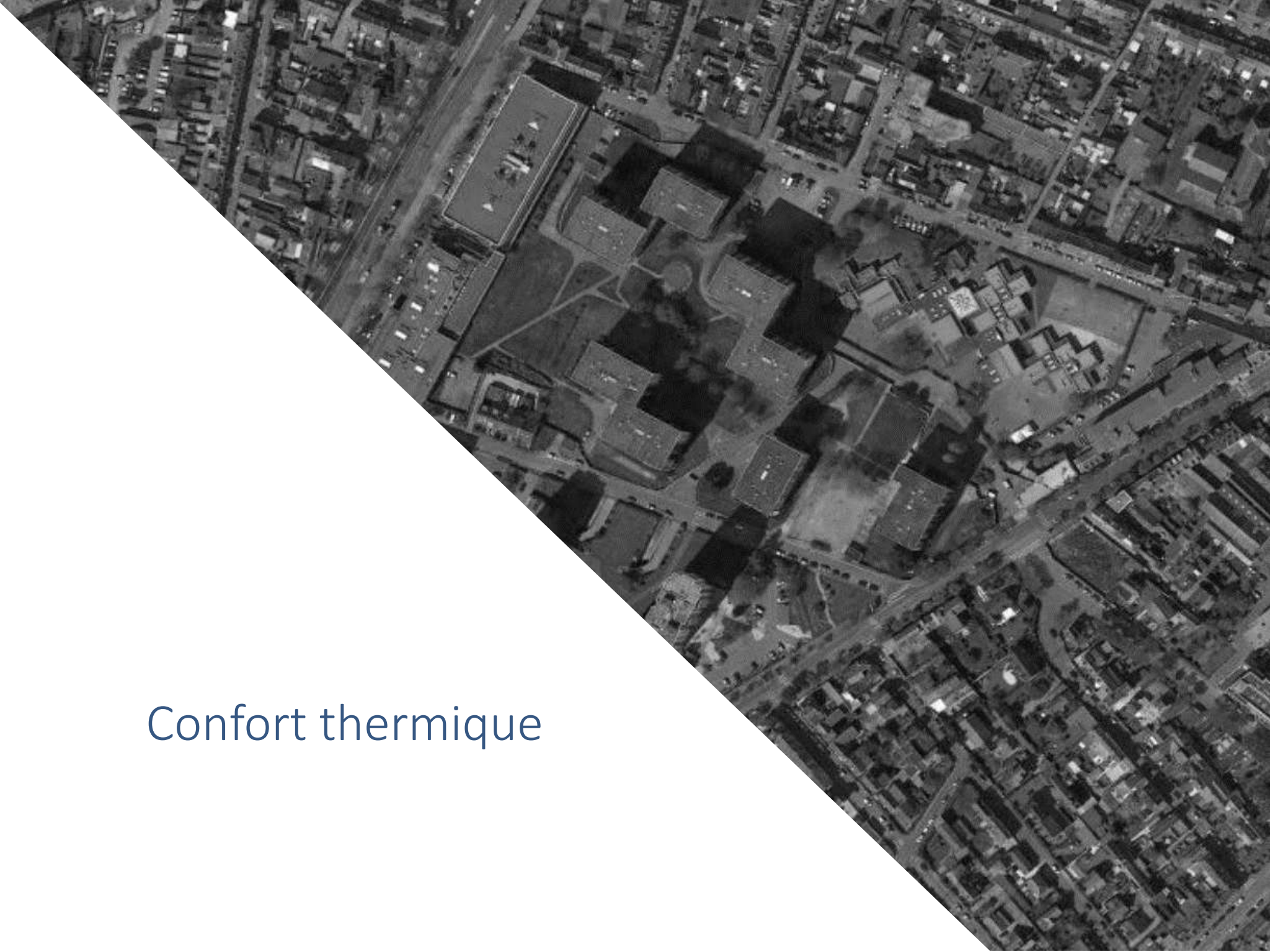


00h – projet

Tair= 20°C



- A 00h, le même écart se retrouve, mais l'espace arboré du parc permet de rafraîchir la zone centrale.



Confort thermique

CONFORT THERMIQUE EN ÉTÉ

Le confort thermique en extérieur ne dépend pas uniquement de la température. L'exposition au soleil, le vent, l'humidité, l'habillement sont des paramètres à prendre en compte pour déterminer le ressenti thermique d'une personne. Pour qualifier cette perception thermique d'un individu dans les espaces extérieurs, l'étude suivante utilise l'indicateur **PET (physiological equivalent temperature)** qui s'exprime en °C et prend en compte ces paramètres.

Dans le cadre de cette étude sur un jour d'été, nous cherchons à déterminer les zones de potentiel refuge vis-à-vis de la chaleur et les zones inconfortables voire à risque pour les publics sensibles.
L'échelle du ressenti se décline de la manière suivante :

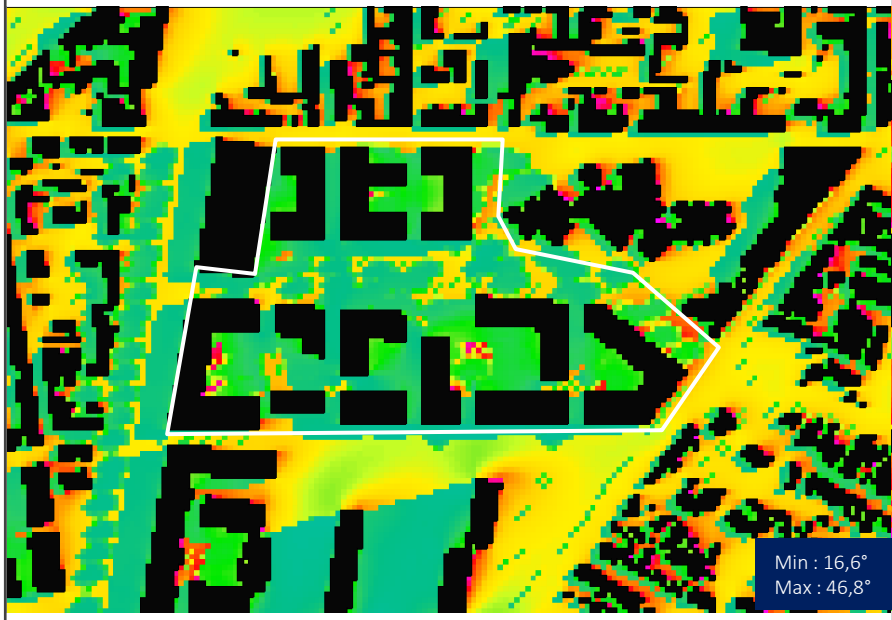
Perception thermique ressentie par un individu		
	PET en °C	**Ressenti**
	> 41	Très chaud
	35-41	Chaud
	29-35	Chaud modéré
	23-29	Légèrement chaud
	18-23	Confortable
	13-18	Légèrement frais
	8-13	Froid modéré
	4-8	Froid
	< 4	Très froid

CONFORT THERMIQUE EN ÉTÉ

ETUDE LE 15/08

08h

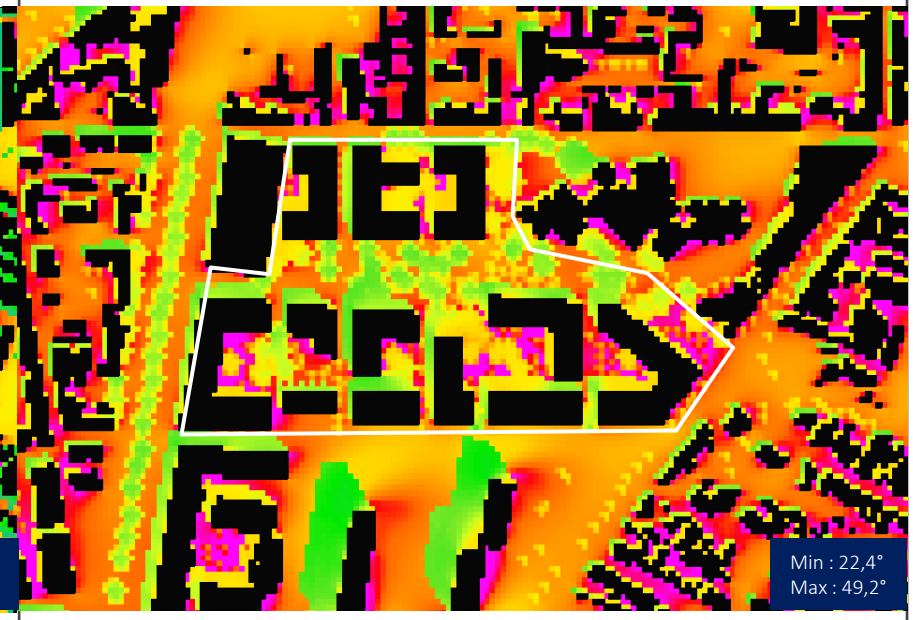
Tair= 18°C



A 8h, hormis certains espaces ponctuels, les cœurs d'ilot sont dans l'ensemble confortables.
Sur les espaces publics (parc et venelles) et sous les arbres, il fait « légèrement frais » et il fait « légèrement chaud ».

12h

Tair= 22°C



A midi, l'ombre se fait plus rare, mais de nombreux arbres sont présents sur le site, en particulier dans le parc, et créent des abris vis-à-vis de la chaleur grâce à l'ombre et l'humidité. De ce fait, le parc est dans l'ensemble « confortable à chaud modéré ».
La place Saint-Julien est peu aérée et très ensoleillée. Elle devient donc très chaude et inconfortable. C'est également le cas des cœurs d'îlot Sud.
Protégés par l'ombre des bâtiments, les cœurs d'îlot Nord ne sont que « légèrement chauds ».

Perception thermique ressentie par un individu
Très chaud
Chaud
Chaud modéré
Légèrement chaud
Confortable
Légèrement frais
Froid modéré
Froid
Très froid

CONFORT THERMIQUE EN ÉTÉ

ETUDE LE 15/08

16h

Tair= 26°C

A 16h au pic de chaleur, la majorité des espaces autour du site sont chauds mais, au sein du site du Jardin des Pépinières, les zones d'ombre sont plus étendues.
L'ombre sur le site et la présence de la végétation permettent de garder presque l'ensemble des espaces confortables.

20h

Tair= 23°C

A 20h, l'influence des radiations solaires disparaît et l'ensemble du site devient intégralement confortable. On remarque les zones abritées du vent en vert clair, où le ressenti sera donc légèrement plus chaud, en particulier dans les cœurs d'îlot.

Perception thermique ressentie par un individu
Très chaud
Chaud
Chaud modéré
Légèrement chaud
Confortable
Légèrement frais
Froid modéré
Froid
Très froid

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le site projeté monte un peu moins en température mais le soir la température d'air redescend davantage sur une zone plus étendue sur le site initial :

- Plus encore que sur le site actuel, l'ombre des bâtiments joue un rôle important dans le confort sur le site, ce qui permet globalement aux habitants de se protéger de la chaleur. Le parc, étant bien ombragé et végétalisé, préserve la fraicheur du sol toute la journée et pourra être un refuge pour les futurs usagers dont les personnes les plus sensibles. Certains espaces centraux (terrasse, aire de jeux) sont également plus exposés à l'ensoleillement, sans devenir inconfortables. Les usages projetés sur l'espace central sont donc compatibles avec l'ensoleillement et l'ombrage. Il est à anticiper une forte appropriation du parc et des espaces extérieurs entre les mois de Mars jusqu'à Octobre, soit 8 mois dans l'année.

- Cependant la densité bâtie empêche une bonne aération sur la place Saint-Julien et dans les cœurs îlots, en particulier au Sud. Ce qui rend ces espaces inconfortables dès midi en été. Les habitants donnant sur les cœurs d'îlots auront davantage de difficultés à aérer leur logement pour décharger la chaleur accumulée. Ainsi, la végétation, apportant ombrage et humidité, aura un rôle essentiel dans ces espaces. Elle devra être étudiée pour améliorer le confort en été sans détériorer le confort d'hiver.

La densité entraine des impacts des bâtiments les uns sur les autres et sur les espaces extérieurs dégradant l'ensoleillement et la luminosité.

- Les cœurs d'ilots ont un faible accès à la lumière naturelle. Il était prévu d'y aménager des essences nourricières. Les usages projetés et la programmation paysagère devra s'adapter à cette analyse bioclimatique.

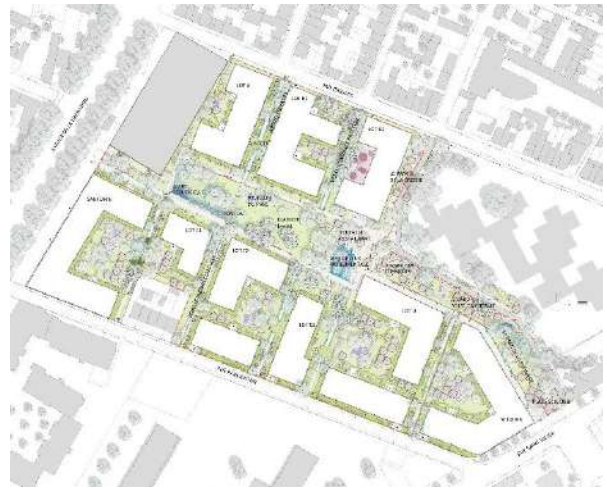
- Au cœur de l'hiver, 1/3 des façades ont une faible luminosité naturelle. Les orientations des logements et les usages dans les bâtiments doivent prendre en compte ces éléments pour le confort visuel et thermique particulièrement en hiver. Les arbres à feuilles persistantes sont à éviter sur l'essentiel du site pour ne pas ombrager davantage en hiver.

Bien que moins exposé au vent que le site initial, des zones inconfortables vis-à-vis des vents d'hiver sont présentes sur les espaces extérieurs. Des haies pourront être plantées pour atténuer cet inconfort, particulièrement aux abords des venelles et angles des bâtiments au Sud, ainsi que sur la place Saint-Julien.

Les façades des lots portés par l'OPH Rouen Habitat sont exposées aux nuisances acoustiques générées par la rue Saint-Julien (catégorie 3) et l'Avenue de la Libération (catégorie 4). Les volumétries de ces bâtiments en front de rue protègent le Parc et les lots portés par COGEDIM-VIRGIL des nuisances sonores.

Synthèse de nos préconisations

PRÉCONISATION - BÂTIMENTS



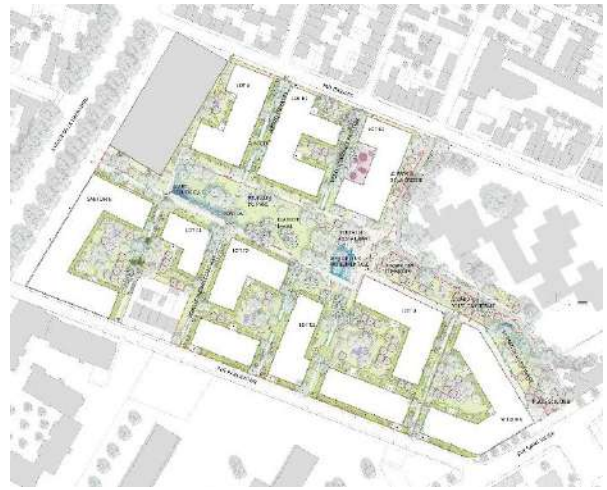
PRÉCONISATIONS POUR AMÉLIORER LE CONFORT THERMIQUE DES HABITANTS

- Concevoir les logements sans climatisation
- Maximiser les logements traversants ou bi-orientés pour renforcer la ventilation nocturne.
- Rechercher une inertie thermique moyenne à minima dans les bâtiments, par des planchers lourds (exemple chape béton 6cm)
- Éviter les logements mono orientés Nord
- Eviter les logements mono-orientés Sud et mono-orientés sur les cœurs d'îlots peu aérés, notamment de faible surface, ou prévoir des systèmes pour augmenter la vitesse d'air dans ces logements (brasseurs d'air par exemple, ouvrants hauts avec des volets d'occultation laissant passer l'air ou gaines verticales de ventilation naturelle)
- Prévoir des protections solaires extérieures (fixes et/ou amovibles) sur tous les logements orientés Sud, Est et Ouest. Elles seront mises en place en complément de vitrages avec des facteurs solaires faibles.
- Une part trop importante de vitrage détériore la performance de l'enveloppe et augmente les besoins de chauffage. Ainsi, un indice d'ouverture globale des façades devra être autour de 16% et sans dépasser 25%

PRÉCONISATIONS POUR AMÉLIORER LE CONFORT VISUEL ET ACOUSTIQUE DES HABITANTS

- Eviter les pièces de vie ouvertes sur les façades peu éclairées (coins sur cœur d'îlot … cf. p.44-54) privilégier les locaux nécessitant pas ou peu de lumières (escalier, locaux techniques, salle de bain …).
- A défaut, il pourra être envisagé d'avoir :
    - des logements présentant des baies vitrées suffisamment dimensionnées
    - des logement traversant, privilégiant les espaces de vie vers le parc et espaces calmes ou pièce d'eau vers les espaces les moins ensoleillées
- Traiter acoustiquement les baies donnant au Nord et au Sud (spécifiquement les lots Santorin et Saint-Julien et les derniers étages des lots D exposés à la rue Saint-Julien et A exposés à l'Avenue de la Libération).

PRÉCONISATION - BÂTIMENTS



PRÉCONISATIONS POUR LES TOITURES

- Le site dispose de nombreuses toitures fortement ensoleillées. Une production solaire pourra être étudiée sous forme de panneaux photovoltaïques en complément du raccordement au réseau de chaleur.
- Certains espaces en toiture sont peu exposés au bruit, bien ensoleillés et possiblement à l'abri des principaux problèmes de pollution. Des équipements collectifs de type solarium peuvent y être envisagés.

PRÉCONISATIONS CONTRE L'ILOT DE CHALEUR URBAIN

- Les toitures végétalisées sont à optimiser sur le quartier, ce qui permettra de réduire la température d'air sur tout le quartier. Les matériaux sur les toitures et les façades notamment Sud et Ouest seront choisis selon leur capacité à réfléchir le rayonnement (sans éblouir). Le choix de matériaux avec un albédo supérieur à 0,35 est recommandé sur ces façades et les toitures non végétalisées.

PRÉCONISATION - ESPACES EXTÉRIEURS

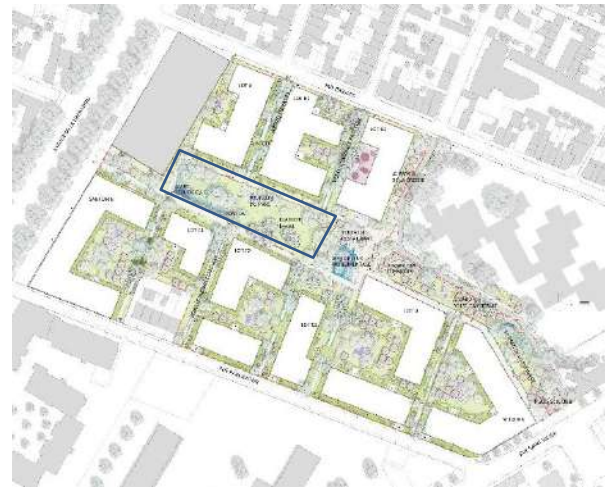
LES PLACES ET CHEMINEMENTS

- Favoriser au maximum la pleine terre pour favoriser au maximum l'infiltration et l'évapotranspiration du sol
- Pour les espaces non végétalisés, des revêtements perméables type pavé enherbés ou sols drainants perméables sont à favoriser. L'utilisation de matériaux à albédo élevé plutôt qu'à faible albédo, ou à faible inertie thermique, qui ne stocke pas la chaleur, sera à privilégier.
- Ombrager les places avec des arbres à feuilles caduques pour éviter la montée en température des espaces minéralisés en été et conserver l'ensoleillement en hiver. (terrasse du restaurant, parvis…)
- Des aménagements de type ombrières peuvent également venir compléter l'aménagement.
- Soigner le pied d'arbre par de la végétalisation (aucun revêtement même poreux ou perméable). Des éléments de mobilier peuvent y être installés pour conforter ces usages : bancs, plateformes… Il faut cependant veiller à laisser suffisamment d'espace autour du collet de l'arbre pour qu'il puisse continuer à se développer et que la vérification de son état phytosanitaire puisse être possible.
- Proposer différents usages et mobiliers urbains adaptés en fonction de l'accès au soleil (été // hivers) : aires de jeux, agrès sportifs, mobilier urbain, zone de repos, potager, etc.
- Installer du mobilier urbain de repos à l'ombre et au soleil pour proposer différentes ambiances
- Pour le confort et la sécurité protéger les espaces exposés aux vents forts, prévoir des haies hautes / des arbres pour casser les vents. (en particulier au Sud-Est sur le place Saint Julien et aux entrées des venelles)

PRÉCONISATION - ESPACES EXTÉRIEURS

PARCS

- Conserver les arbres sains existants autant que possible sur le site
- Remplacer chaque arbre abattu par 3 nouvelles plantations à l'échelle du quartier
- Maximiser le nombre d'arbres et la couverture de la canopée. Le pied d'arbre doit être soigné par de la végétation
- Les arbres à feuilles caduques sont utilisés pour apporter de l'ombre en été et optimiser l'ensoleillement en hiver
- Mettre en place une diversité des strates végétales, (strate tapissante, herbacée, arbustive, arborée) pour maximiser les zones végétales. Préférer le gazon rustique fleuri au « gazon anglais »
- Rechercher une diversité dans le choix des végétaux pour permettre de prévenir d'éventuelles maladies qui ravagent de nombreuses espèces.
- Privilégier les espèces indigènes et régionales non allergènes et non toxiques tout en prenant en compte l'évolution du climat (essentiellement pour les arbres).
- Proposer différents usages et mobiliers urbains adaptés en fonction de l'accès au soleil (été // hivers) : aires de jeux, agrès sportifs, mobilier urbain, zone de repos, potager, etc.
- Privilégier les cheminements du parc « naturels » (perméable, rugueux et clair) de type gravillons, stabilisé sableux, traverses en bois, sentiers en copeaux, pavés enherbés, pas japonais en rondins de bois
- Des jeux d'eau par aspersion et non par brumisation (afin d'éviter tout risque lié à la légionellose) peuvent être installés pour un arrosage des usagers
- Proposer des fontaines d'eau potable pour permettre l'hydratation des usagers du quartier



PRESCRIPTIONS - CŒURS D'ILOT

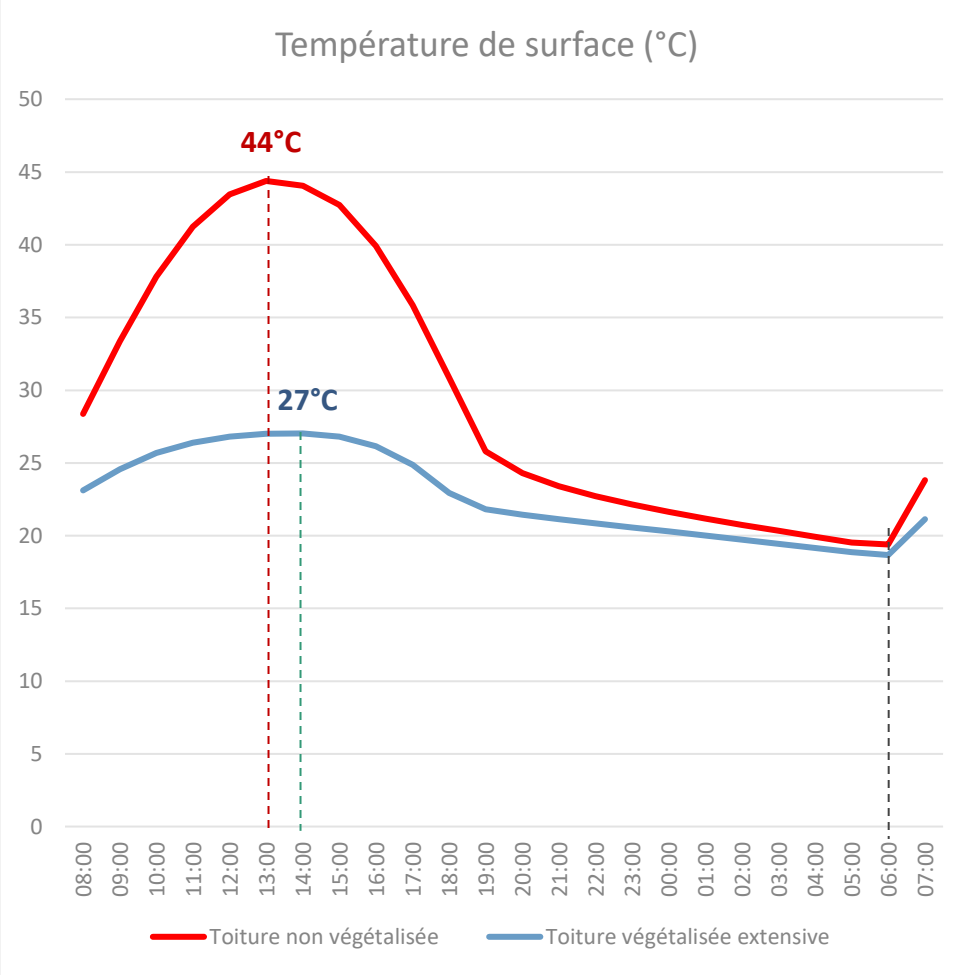
CŒURS D'ILOT

- Favoriser au maximum la pleine terre pour favoriser au maximum l'infiltration et l'évapotranspiration du sol
- Favoriser des revêtements perméables type pavé enherbés ou sols drainants perméables pour les espaces non végétalisés
- Privilégier des arbres à feuilles caduques pour protéger les façades sud et ouest. On évitera les arbres à feuillage persistant, en particulier à proximité des bâtiments, en raison de l'accès plus limité à la lumière naturelle.
- La cour de la crèche est exposée au Nord-Ouest. En été, une partie de sa cour est exposée au soleil. Ceci a l'avantage de proposer des espaces ensoleillés et d'autres ombragés. Cependant, pour ce public spécifiquement sensible et l'espace intergénérationnel (prévu au sein du concours), pour anticiper de fortes chaleurs estivales, des équipements spécifiques de protection devront être prévus.
- Mettre en place une diversité des strates végétales, (strate tapissante, herbacée, arbustive, arborée) pour maximiser les zones végétales.
- Privilégier les espèces indigènes et régionales non allergènes et non toxiques, tout en prenant en compte l'évolution du climat (essentiellement pour les arbres).
- Concevoir des jardins de pluie pour la gestion des eaux pluviales et pour irriguer les sols
- Proposer du mobilier urbain de repos

Annexes

TEMPÉRATURE DES TOITURES EN ÉTÉ

ETUDE LE 01/08 – LA ROCHELLE



Une végétalisation extensive des toitures évite une forte montée en température de celles-ci. Le pic de température de la toiture végétalisée est plus faible de 17°C et est décalé de 1h. La température de la toiture végétalisée reste plus faible que la toiture non-végétalisée. En plein été, une toiture végétalisée retient beaucoup moins de chaleur sur site qu'une toiture non-végétalisée.

- Epaisseur du substrat : couche de culture légère. Epaisseur entre 3 et 10 cm max
- Faible poids (entre 60 et 180 kg/m²)
- Support : béton, acier, bois
- Choix de plantes restreint, résistant aux conditions de toitures (essentiellement des sedums)
- Entretien minimum, pas d'arrosage
- Coût d'installations : 30-55€ / m² selon les sources
- Toiture non accessible au public, sauf pour l'entretien

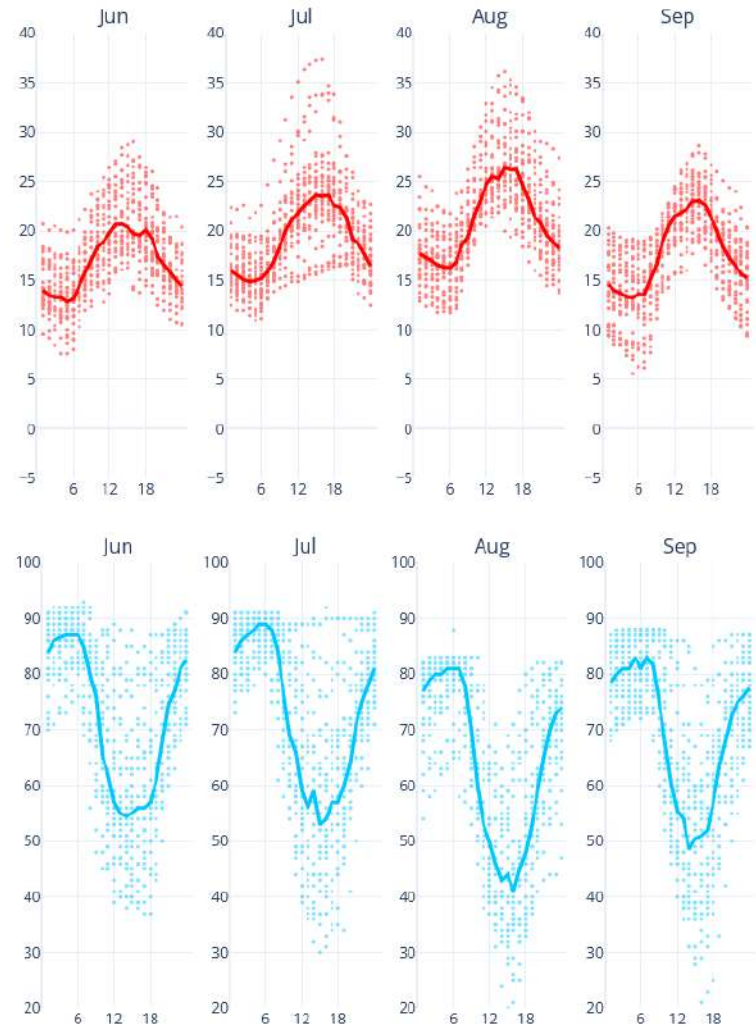
CONFIGURATION DE LA SIMULATION

Les simulations sont lancées pour des jours types. Nous étudions ici un jour d'été (15/08).

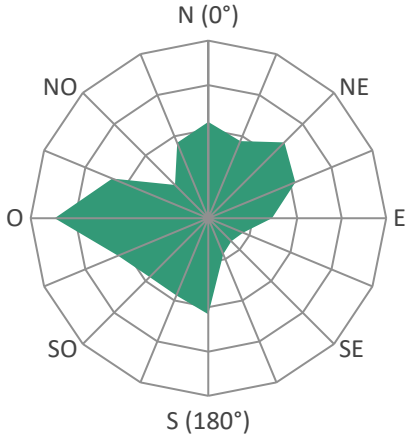
Les données ci-dessous proviennent du fichier météo modélisé de Rouen dégradé en condition 2050 .

- **Date et durée de la simulation** : 15/08 de 07h à 07h (simulation sur 24h)
- **Vitesse du vent** : 3 m/s à 10m du sol (vitesse moyenne en août)
- **Direction du vent** : Ouest
- **Température initiale de l'air** : Tmin=16°C, correspondant à une journée moyenne en été
- **Température au moment le plus chaud de la journée** : Tmax=26°C à 16h
- **Humidité** : 41% à 81%
- **Couverture nuageuse** : Ciel dégagé

Température et Humidité d'un jour moyen sur les mois d'été, Fichier météo modélisé 2050



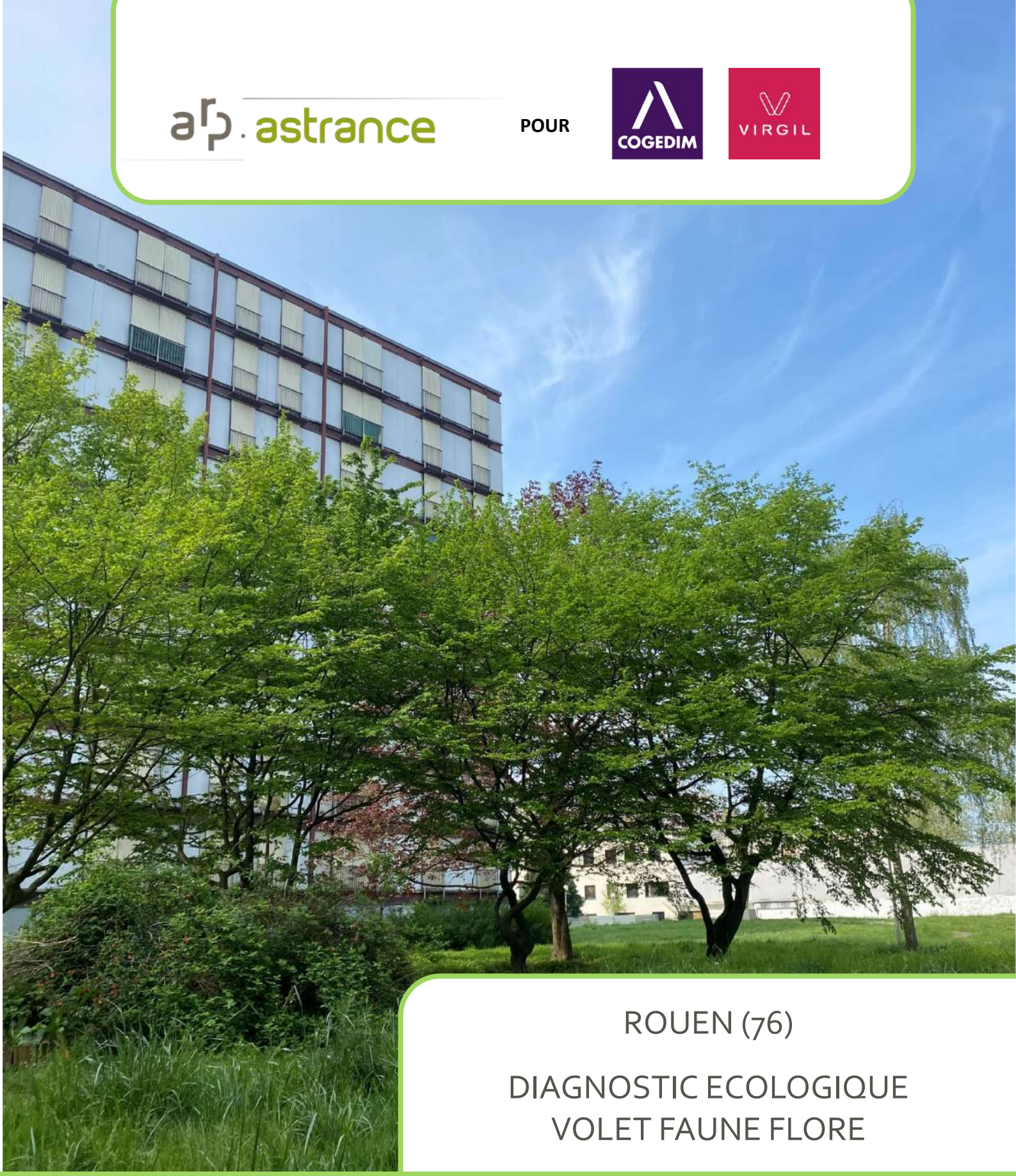
Rose des vents d'été de Rouen



5

Inventaire faune-flore 4 saisons par ARP-ASTRANCE (Mai 2022)

POUR



ROUEN (76)

DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE
VOLET FAUNE FLORE

Version du 29/06/2022

Amandine GALLOIS

Chargée d'études - Biodiversité

07 85 04 81 94

agallois@arp-astrance.com

Crédit photo : parc Georges Feydeau au cœur du site

SOMMAIRE

TABLE DES FIGURES

TABLE DES TABLEAUX

TABLE DES ANNEXES

1. CADRE DE L'ETUDE

1.1 Contexte de la demande et objectifs de la mission

Dans le cadre du projet urbain au Jardin des Pépinières à Rouen (76), Altarea Cogedim souhaite réaliser un complément d'inventaire sur la période hivernale à joindre à sa demande d'examen au cas par cas auprès des services de la MRAE (Figure 1).

Figure 1 : Présentation du site d'étude © Géoportail 2018

Le projet prévoit la construction de plusieurs bâtiments et l'installation d'un îlot de verdure central (Figure 2).

Figure 2 : Plan masse du projet © Altarea Cogedim

Le projet se trouve sur une emprise foncière de 30 000 m² dans un tissus urbain dense.
Dans le cadre de l'évaluation environnementale du projet d'ALTAREA sur le site de Rouen Pépinières, Gondwana a été missionné pour réaliser le volet faune flore s'intégrant à l'étude d'impact.

Gondwana propose donc son accompagnement pour la réalisation des études nécessaires à l'établissement de ce volet faune-flore selon les modalités décrites au sein du présent document.

La présente étude expose les résultats des différents inventaires menés sur le site depuis 2020, les enjeux du site en termes de biodiversité, les incidences du projet sur la biodiversité ainsi que les mesures ERC-A (Eviter-Réduire-Compenser-Accompagnement) permettant d'éviter, limiter ces incidences sur la faune, la flore et les habitats du site.

1.2 Localisation du projet

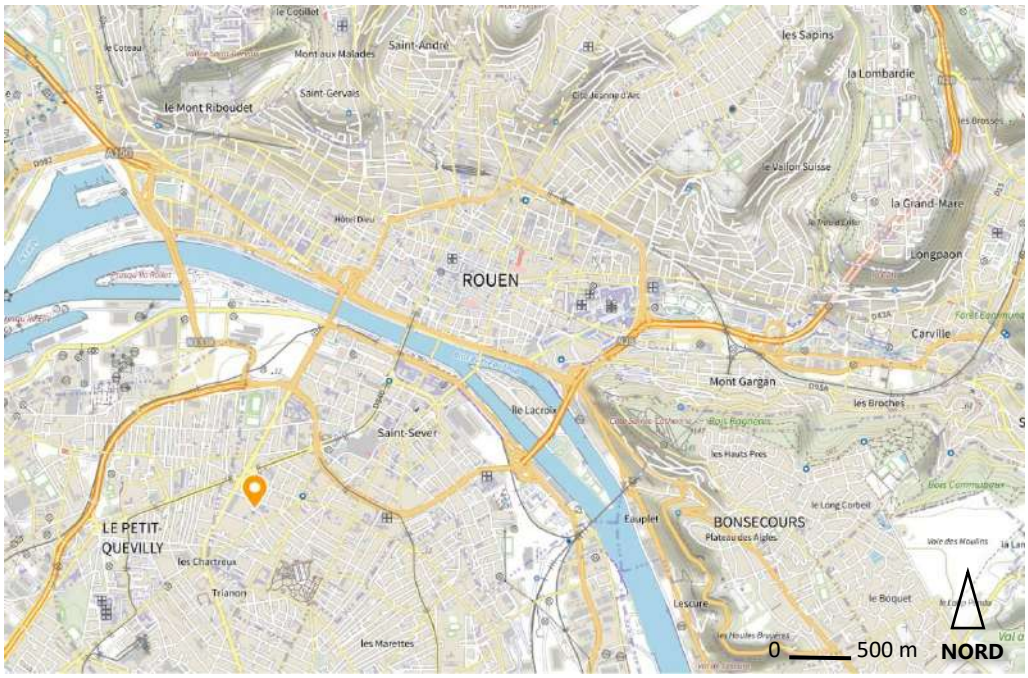


Figure 3 : Localisation du projet, © Géoportail

Le site de l'étude est localisé à Rouen, dans le département de la Seine-Maritime (76) en région Normandie. La commune s'étend sur 21,38 km² (Figure 3).

La commune de Rouen s'inscrit dans un contexte urbain puisque 49,92% de la superficie totale est occupée par le tissu urbain discontinu (CORINE Land Cover 2018). Au total, 50,1 ha, soit 2,34% du territoire sont occupés par des forêts de feuillus. La ville de Rouen est traversée par la Seine.

Le site les Pépinières est localisé au cœur de Rouen et au sud de la Seine qui traverse la ville. La zone d'étude est entourée par des voies de communication au nord (rue de Gessard), au sud (rue Parmentier), à l'est (rue Saint Julien) et à l'ouest l'avenue de la Libération). L'école élémentaire Pépinières Saint-Julien est localisée à l'est du site d'étude. Au sein du site se trouve le parc Georges Feydeau.

2. METHODE D'INVENTAIRE

2.1 Définition des aires d'étude

Afin d'étudier les impacts du projet de construction sur les milieux présents, plusieurs aires d'études ont été définies. Celles-ci ont été définies dans l'objectif de prendre en compte l'assiette foncière du projet ainsi que sa zone d'influence potentielle à une échelle plus large. Cette démarche permet de prendre en compte les effets potentiels du projet sur les espèces à plus forte capacité de dispersion et ainsi que les effets sur les continuités écologiques locales.

Ainsi, deux périmètres ont été définis (Figure 4) :

- **Un périmètre rapproché**, désigné comme « zone d'étude » dans la présente étude, défini en accord avec la Maîtrise d'Ouvrage. Celui-ci a été prospecté de manière homogène par chaque intervenant.e, lors de chaque passage, pour chacun des taxons inventoriés dans la présente étude ;
- **Un périmètre élargi** défini en fonction des entités paysagères qui constituent les abords de la zone d'étude. Ces espaces limitrophes peuvent être nécessaires à l'accomplissement du cycle des espèces à faible mobilité (reptiles, amphibiens) ou pour comprendre le lien fonctionnel avec les habitats ou les populations d'une même espèce.

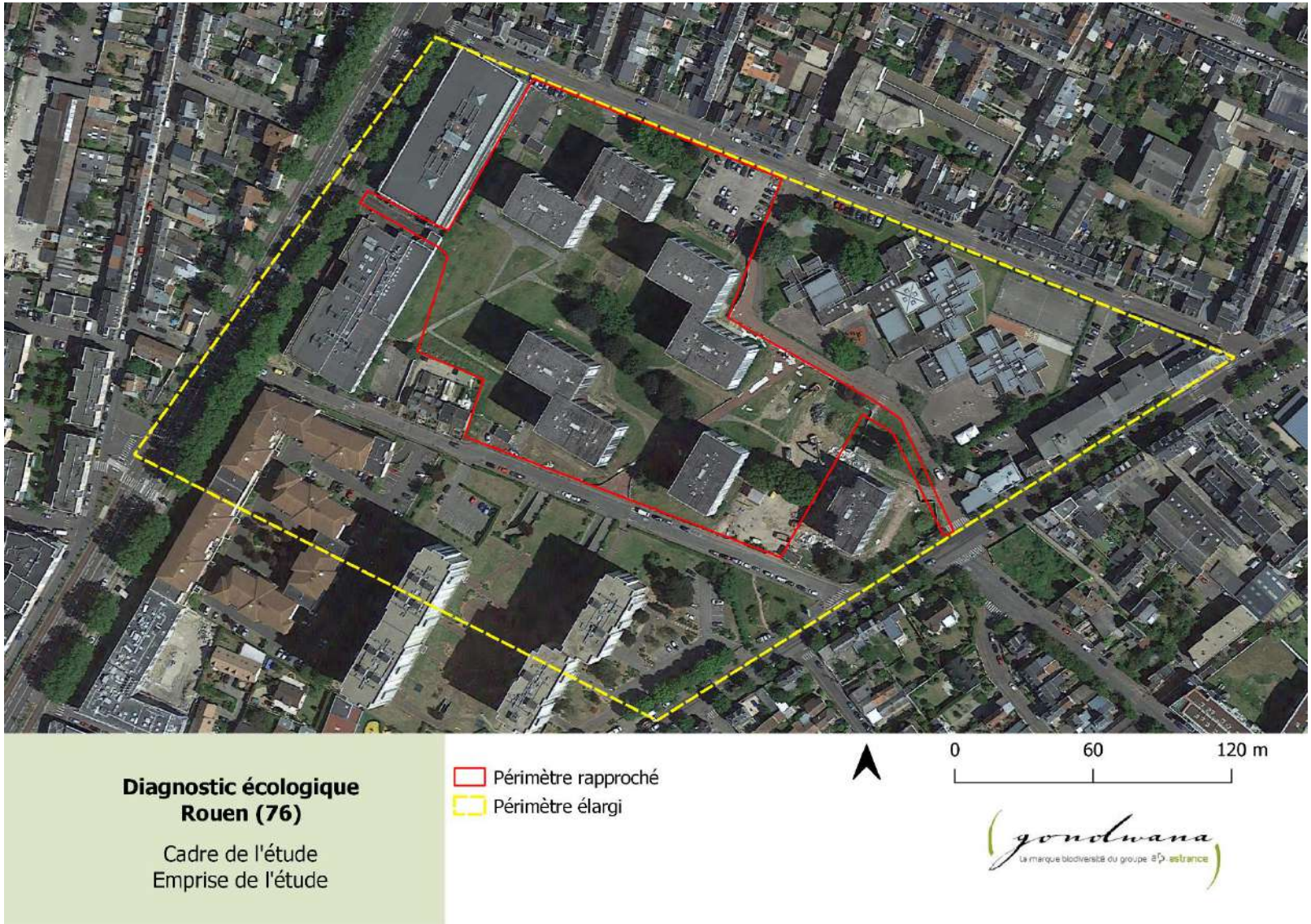


Figure 4 : Périmètre de prospections naturalistes © Géoportail

2.2 Effort de prospections

Tableau 1 - Efforts de prospection sur le site de Rouen © ARP-Astrance 2022

Date	Saison	Type de prospection	Observateur,rice
30.09.2020	Automne	Diagnostic flash : - Habitats ; - Flore ; - Mammifères ; - Avifaune ; - Entomofaune ; - Herpétofaune.	Maxime DUPONT
08.06.2021	Printemps	Passage printemps tardif : - Complément inventaire faune/flore.	Gaëtan TREHIN
10.02.2022	Hiver	Diagnostic hivernal : - Inspection des arbres pouvant abriter le refuge d'espèces protégées (Chiroptères) ; - Population oiseaux hivernante ; - Complément inventaire faune/flore.	Amandine GALLOIS Tony ZANARDO
30.04.2022	Printemps	Passage printemps précoce : - Complément inventaire faune/flore.	Amandine GALLOIS
30.05.2022 – 31.05.2022	Printemps	2 Passages printemps tardif : - Complément inventaire avifaune. - Inventaire chiroptères.	Laura BERGER Lucille CONDEMI Mina LE QUELLEC Gaëtan TREHIN Alice MAGNE

2.3 Méthodologie générale

Cette étude s'organise en deux étapes :

- **Une étude bibliographique du contexte qui s'appuie sur :**
  - La documentation disponible sur la biodiversité et les plans d'actions existants autour du site ;
  - Une analyse du contexte et de la sensibilité écologique du site. Les zones d'inventaire (ZNIEFF de type 1 et de type 2) et les zones soumises à réglementations (Natura 2000, Arrêtés de protection de biotope (APB), etc.) ont été identifiées dans un rayon de 5 km autour du site.

L'étude du contexte écologique a permis d'orienter les prospections et d'accroître l'attention de l'expert sur la détection d'évidences de fréquentation du site par les espèces protégées, patrimoniales ou remarquables recensées dans les zones d'intérêt écologique présentes aux environs du site.

- **Des visites de site :**

Des visites de terrain réalisées sur trois saisons ont permis d'établir un inventaire des habitats, ainsi que des espèces végétales et animales fréquentant le site. La détermination spécifique s'est faite à dire d'expert et/ou par consultation des ouvrages naturalistes.

La détermination spécifique s'est faite à dire d'expert et/ou par consultation des ouvrages naturalistes présentés dans la bibliographie. L'effort de prospection s'est concentré sur les taxons suivants (la période d'intervention n'ayant néanmoins pas été propice à un inventaire exhaustif de l'ensemble de ces groupes d'espèces) :

- **Flore ;**
- **Avifaune ;**
- **Entomofaune : Rhopalocères, Odonates, Orthoptères ;**
- **Mammifères (terrestres et évidences de fréquentation par les chiroptères) ;**
- **Herpétofaune : Amphibiens, Reptiles.**

Difficultés rencontrées

Le site est composé de 7 bâtiments dont certaines fenêtres sont cassées. Ces ouvertures permettent potentiellement à la faune de pénétrer dans le bâti et de s'y installer pour nicher.

Les bâtiments sont inaccessibles, due à la présence importante d'amiante. De ce fait, les écologues d'ARP-Astrance ne peuvent prospecter l'intérieur du bâtiment pour des raisons d'habilitation SS3 et de sécurité.

Pour assurer le respect des prospections sur l'ensemble des espèces, ARP-Astrance a réalisé un protocole d'inventaires des chiroptères et de l'avifaune nicheuse, en fonction de ces contraintes bien spécifiques.

Le protocole permet ainsi d'avoir une visibilité sur les espèces pouvant nicher au sein du bâti. Le protocole est exposé dans la partie 2.5 Méthodes d'inventaire : la faune.

2.4 Méthodes d'inventaires : la flore et les habitats

La visite de site a permis d'établir une cartographie des habitats biologiques présents dans l'emprise du projet. Des relevés de végétation qualitatifs ont été réalisés pour chaque type d'habitat identifié.

L'identification des habitats permet de hiérarchiser les enjeux (habitats patrimoniaux au niveau régional ou déterminants ZNIEFF, habitats d'intérêt communautaire inscrits à l'Annexe I de la Directive « Habitats », habitats caractéristiques de zones humides…) et d'orienter les efforts de prospection vers les zones et habitats présentant des potentialités et/ou des enjeux écologiques.

Les relevés floristiques ont visé à identifier les espèces végétales présentes de la manière la plus exhaustive possible. Les inventaires ont été réalisés dans chaque type de milieu présent sur le site, les espèces patrimoniales/protégées/rares identifiées lors de la recherche bibliographique ont été particulièrement recherchées. Les plantations horticoles ont fait l'objet de relevés moins poussés du fait de leur faible valeur écologique. La période d'inventaire n'était pas propice pour effectuer un inventaire exhaustif de la flore.

2.5 Méthodes d'inventaire : la faune

Avifaune

Tous les individus contactés de manière auditive ou visuelle ont été identifiés. Les investigations se sont également orientées vers la recherche d'évidence de fréquentation par les rapaces nocturnes (recherche de pelotes de réjection, plumes…). L'investigation auditive et visuelle de l'avifaune s'est déroulée pendant toute la durée de la visite.
Un premier inventaire réalisé à l'avancée a été complété par la réalisation de 3 points d'écoute sur le site, chaque point d'écoute consistant en un relevé stationnaire de 10 minutes des espèces avifaunistiques dans un rayon de 100 mètres autour de l'observateur.

Entomofaune

Rhopalocères

Les prospections ont été réalisées à l'avancée, en privilégiant les zones présentant une végétation florale, herbacée ou arbustive, favorable à la présence de papillons. L'identification s'est faite à vue ou par la capture des individus à l'aide d'un filet adapté avant relâché immédiat.

Odonates

Les prospections se sont concentrées sur les zones en eau propices aux Odonates. Cette méthode d'inventaire a été complétée par la recherche d'individus et d'exuvies lors des prospections à l'avancée. L'identification s'est faite à vue, complétée par la capture d'individus avec un filet adapté, suivi d'un relâché immédiat.

Orthoptères

Les prospections se sont effectuées à l'avancée sur chaque milieu rencontré. L'identification a été réalisée au chant (stridulations) ou à vue et par capture des individus avant relâché immédiat. En cas de doute sur la détermination, des clichés photographiques ont été réalisés avec détermination ultérieure à l'aide de supports bibliographiques adaptés.

Chiroptères

Investigations préalables

Lors des passages sur les années 2020-2022, les écologues n'ont pas pu accéder au bâti pour vérifier la présence de gîte.
Néanmoins, L'intégralité des arbres du site ont fait l'objet d'un examen individuel en vue d'identifier toute cavité susceptible d'abriter des chiroptères notamment en période hivernale (fissure, trous de pics, décollement d'écorce, etc.).
Deux écologues ont inspecté, à l'aide de jumelles, les arbres sur toute leur hauteur et sous le maximum d'angles différents (tour de l'arbre, vision à distance ou au pied des arbres). Les critères pour identifier un arbre à cavité susceptible d'abriter des chiroptères sont disponibles à l'Annexe 4.

Chaque arbre présentant une ou plusieurs cavité(s) propice(s) aux chiroptères a été :

- Localisé sur le plan de géomètre et sur photographie aérienne ;
- Identifié sur une fiche avec photo du sujet et des cavités.

Investigations spécifiques

Pour compléter cet inventaire, notamment pour estimer la présence de chiroptères dans les bâtiments du site, un inventaire spécifique a été réalisé par 5 naturalistes lors d'une session semi-nocturne/nocturne (21h-00h).
Les 5 naturalistes sont resté.es posté.es en bas des bâtiments ayant le plus de potentialités d'accueil des taxons identifiés.

Le protocole vise à repérer d'éventuelles colonies de regroupement de mâles voir d'éventuelles colonies de parturition de chiroptères (colonies de mise à bas et d'élevage des jeunes). Ces regroupements peuvent être repérés par des entrées et sorties des bâtiments qui indiqueraient une occupation.

Pour cela, 5 points fixes d'observation ont été réalisés avant la tombée de la nuit (21h30) et jusqu'en milieu de nuit, entre 21h et 00h et le matin 30min avant le lever de soleil (6h) : 5h30-8h. Les naturalistes ont eu recours à l'utilisation d'enregistreurs ultrasonores qui ont permis l'identification au rang de l'espèce, des individus contactés visuellement et une analyse des plages horaires de contact.

L'inventaire a été réalisé avec des conditions météorologiques favorables :

- Temps clair / quelques nuages
- Température : 15°C/12°C
- Vent : Légère brise 8km/h

La date d'intervention de cette session a été réalisée le 30 mai au soir et le 31 mai matin. En effet, il est important d'intervenir à la période la plus propice pour observer les colonies de chiroptères et l'avifaune nicheuse : **entre mi-mai et fin juin** (période de pic du nombre d'individus dans les colonies).

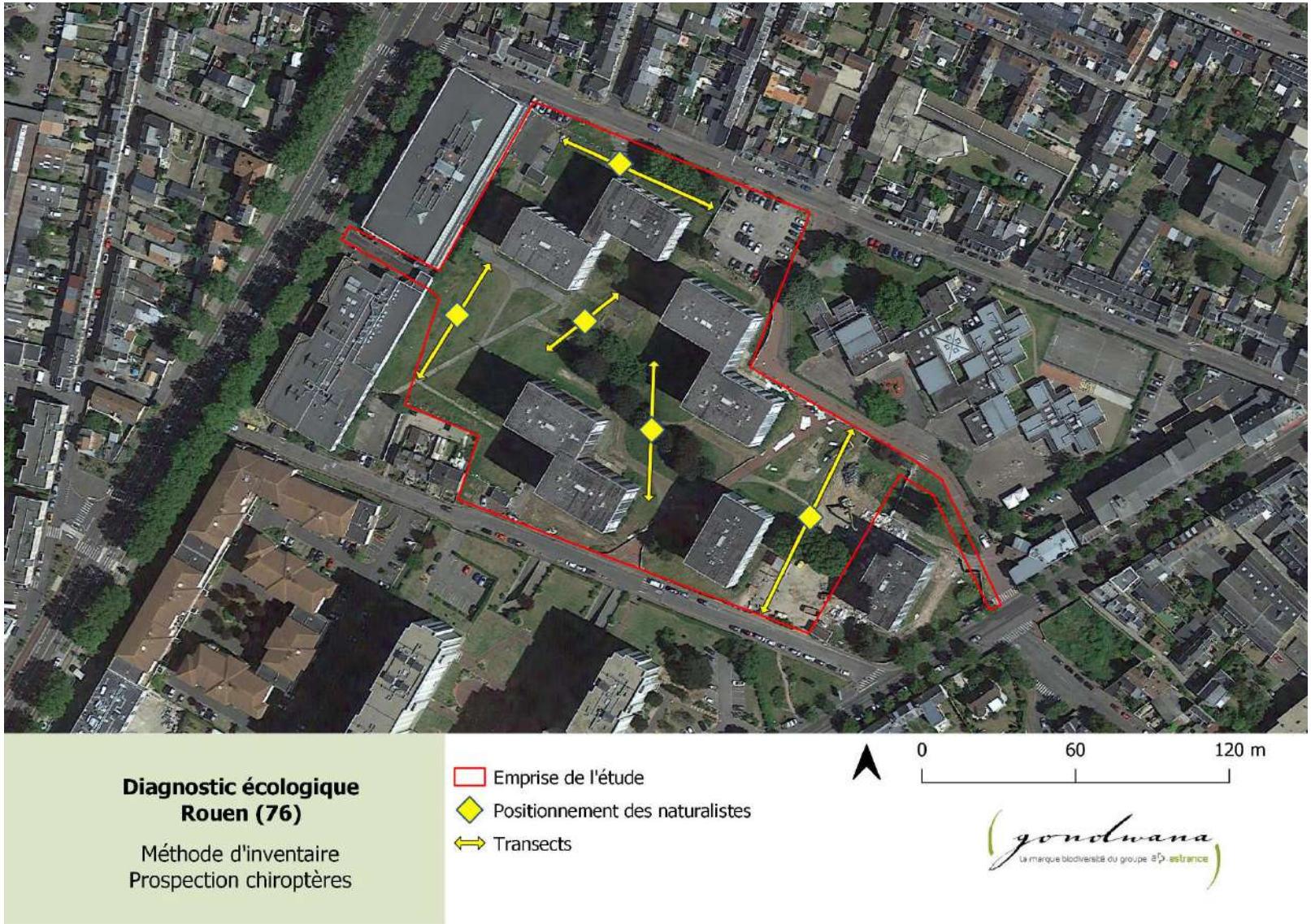


Figure 5 : Présentation des positionnements des naturalistes réalisés lors de l'inventaire diurne-nocturne © ARP-Astrance 2022

Moyen matériel

En termes de moyen matériel, deux batbox mobiles ont été utilisées par les naturalistes permettant ainsi de vérifier la présence d'individus (capteurs à ultrason mobiles) sur le site.
En complément, des inspections visuelles et des batbox mobiles, deux capteurs à ultrasons fixes (SM2) ont été posés à proximité immédiate des bâtiments considérés comme les plus favorables à la présence de chiroptères. Ces capteurs ont permis d'identifier les espèces présentes sur le site qui l'utilisent aussi bien comme zone de chasse ou de gîte.

Figure 6 : Détecteur et enregistreur d'ultrasons SM2BAT + Wildlife

NB : La pose de ces capteurs ne pouvait se faire qu'en complément des prospections visuelles réalisées par les naturalistes qui eux/elles seul.es ont pu identifier les emplacements précis des sorties de chiroptères.

Méthodologie proposée initialement

A chaque sortie d'individu du bâtiment, l'écologue en charge de l'observation ajoute à son compte un individu, puis en retire un lorsqu'une entrée dans un bâtiment est constatée. Par la réalisation de plusieurs points d'observation, la mise en commun des résultats permet d'établir :

- Une estimation du nombre d'individus et des espèces composant l'éventuelle colonie, en s'affranchissant des surestimations liées aux entrées et sorties de gîtes par un même individu, phénomène fréquent en début d'activité nocturne ;
- Une cartographie de l'utilisation du bâti et des espaces verts par les chiroptères (gîte principal, gîte de repli, couloir de transit, etc.)
- La valeur écologique du site en ce qui concerne les enjeux chiroptérologiques et une adaptation de la stratégie à mettre en place autour du projet pour traiter les enjeux liés aux chiroptères (phasage des travaux de démolition, mise en place de gîtes artificiels, etc.)

Difficultés rencontrées

Cette méthodologie a été difficile à mettre en place puisqu'une colonie a été repérée au niveau d'une fenêtre d'un des bâtiments et un grand nombre d'allers et venues des individus a été observé, empêchant d'avoir un comptage exhaustif de la colonie.

Méthodologie spécifique appliquée sur le terrain

Ainsi, sur le site, les naturalistes ont chacun.e observé attentivement à l'aide de jumelles, les façades des bâtiments entre 21h et 00 h à leur point d'observation respectif.

Des déplacements (flèches blanches à double sens sur la carte) ont été réalisés par les naturalistes afin d'avoir une visibilité sur l'ensemble des façades (Figure 5).

Lors de la période d'inventaire nocturne, les naturalistes ont ainsi pu observer la présence d'individus sortant du bâtiment au Nord. Ils ont de nouveau regagné le site le lendemain matin pour vérifier si ces derniers retournaient dans le bâti au lever du soleil suivant la même méthodologie de comptage et d'observation.
A 5h30, aucun chiroptère n'a été observé rentrant au sein du bâti. Le lever du soleil prévu à 6h, il est probable que la luminosité sur le site ait été trop importante à 5h30.

Néanmoins, les naturalistes ont récupéré les capteurs fixes (SM2) ayant été posés toute la nuit. Les données ont été analysées et sont présentées en partie 0Chiroptères .

Récapitulatif (Figure 7) :

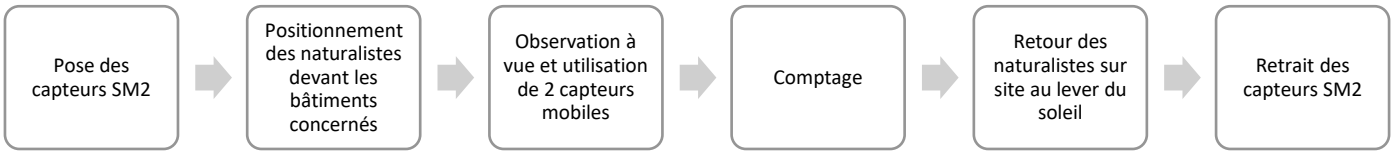


Figure 7 : Schéma récapitulatif du protocole Chiroptères © ARP-Astrance 2022

Mammifères (hors chiroptères)

Les mammifères ont été identifiés visuellement et/ou auditivement. Les prospections ont consisté en la recherche d'individus et d'indices de présence (traces d'empreintes, fèces, restes de repas, poils, terriers, …).

Amphibiens

Les investigations d'été permettent l'observation des amphibiens en phase aquatique (développement des larves et des juvéniles). Elles ont d'abord consisté en l'identification des habitats propices à leur présence (points d'eau et structures paysagères pertinentes), afin de cibler les prospections à effectuer. La détermination des espèces a été réalisée par l'observation directe, notamment pour les espèces facilement observables ou décelables par le chant (pour les individus adultes).

- **Reptiles**

Les investigations ont consisté en la réalisation de transects le long des zones favorables (haies arbustives, fourrés, pierriers, etc.), aux heures matinales, afin de contacter les individus venant s'exposer au soleil pour leur thermorégulation. La détermination des espèces a été réalisée par observation directe, notamment pour les espèces facilement observables. En cas de doute sur la détermination, des clichés photographiques ont été réalisés avec détermination ultérieure à l'aide de supports bibliographiques adaptés.

2.6 Evaluation des enjeux

L'évaluation globale de la valeur écologique du site est basée sur plusieurs critères :

- La proximité et les connexions du site avec des espaces naturels à enjeux écologiques ;
- Les éléments identifiés à conserver ou à restaurer sur et à proximité du site ;
- La valeur intrinsèque du site.

Ce dernier critère est défini par les relevés faune/flore réalisés sur le site, en déterminant les enjeux pour chaque espèce identifiée. L'enjeu principal est de déterminer si des espèces ou des habitats bénéficiant d'une protection réglementaire ou d'un statut remarquable sont présents sur le site.

- **Un habitat est dit remarquable s'il est identifié :**
  - à l'annexe 1 de la Directive communautaire (Directive « Habitats ») de 1992.

- **Flore : une espèce est dite remarquable si elle est identifiée :**
  - sur la liste rouge des espèces végétales menacées de la région Normandie (CR, EN, VU, NT) ;
  - comme une espèce déterminante ZNIEFF en région Normandie.

- **Avifaune nicheuse : une espèce est dite remarquable si elle est identifiée :**
  - à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » ;
  - sur la liste rouge UICN (CR, EN, VU, NT) des oiseaux nicheurs menacés en France ;
  - sur la liste rouge régionale (CR, EN, VU, NT) des oiseaux nicheurs en région Normandie ;
  - sur la liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Normandie.

- **Insectes : une espèce est dite remarquable si elle est identifiée :**
  - Sur la liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en Normandie ;
  - Sur la liste des espèces protégées (Arrêté du 22/07/93 et du 23/04/2007) ;

– Sur la Liste rouge UICN des papillons de jour de France métropolitaine.

Pour les Orthoptères : d'après SARDET E. & DEFAUT B. (coord.), 2004. Les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques. Matériaux Orthoptériques et Entomocénotiques 9, 2004 : 125-137. NEM : domaine némoral (définie à partir d'unités végétales climaciques) équivalent à une grosse moitié nord-est de la France :

HS : espèce hors sujet (synanthrope) ;
1 : espèces proches de l'extinction, ou déjà éteintes ;
2 : espèces fortement menacées d'extinction ;
3 : espèces menacées, à surveiller ;
4 : espèces non menacées en l'état actuel des connaissances.

- **Chiroptères : une espèce est dite remarquable si elle est identifiée :**
  - aux annexes II et IV de la Directive « Habitats Faune Flore » (CEE/92/43) ;
  - sur la liste rouge UICN (CR, EN, VU, NT) des mammifères menacés en France ;
  - sur la liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Normandie.

- **Amphibiens : une espèce est dite remarquable si elle est identifiée :**
  - à l'annexe IV de la Directive « Habitats Faune Flore » (CEE/92/43) ;
  - à l'article II de l'arrêté du 19/11/2007 fixant la liste des espèces d'amphibiens et reptiles protégés ;
  - sur la liste rouge UICN (CR, EN, VU, NT) des Amphibiens et Reptiles menacés en France ;
  - sur la liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Normandie.

- **Reptiles : une espèce est dite remarquable si elle est identifiée :**
  - à l'annexe IV de la Directive « Habitats Faune Flore » (CEE/92/43) ;
  - à l'article II de l'arrêté du 19/11/2007 fixant la liste des espèces d'amphibiens et reptiles protégés ;
  - sur la liste rouge UICN (CR, EN, VU, NT) des Amphibiens et Reptiles menacés en France ;
  - sur la liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Normandie.

3. CONTEXTE ECOLOGIQUE

L'étude du contexte écologique vise à identifier et décrire les richesses biologiques particulières dans un rayon de 5 km afin de prendre en compte les espèces qui présentent des distances de dispersion ou de déplacements quotidiens importantes.

Réalisée en amont des visites de terrain, l'étude du contexte écologique dans lequel s'inscrit un site vise aussi à orienter les prospections de terrain et à accroître la vigilance de l'expert écologue à la détection d'évidences de fréquentation d'un site par les espèces remarquables, protégées ou d'intérêt patrimonial recensées dans les zones bénéficiant d'un statut de protection réglementaire ou présentant des intérêts écologiques.

Elle s'appuie sur des outils cartographiques, notamment via le site Géoportail de l'IGN (Institut Géographique Nationale), une consultation des ressources naturalistes disponibles, notamment via le site de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel) animé par le Muséum National d'Histoire Naturelle, mais aussi sur les connaissances des experts sur les milieux étudiés.

3.1 Zones à portée réglementaire environnantes

Cartographie des zones

Les PNR

En France, un Parc Naturel Régional (PNR) est un territoire ayant choisi volontairement un mode de développement basé sur la mise en valeur et la protection de patrimoines naturels et culturels considérés comme riches et fragiles. En 2017, ils sont au nombre de 51, couvrent 15 % de la superficie de la France et concernent environ 6 % de la population. Les PNR sont chargés de mettre en œuvre des actions selon cinq missions : développer leur territoire en le protégeant, protéger leur territoire en le mettant en valeur, participer à un aménagement fin des territoires, accueillir, informer et éduquer les publics aux enjeux qu'ils portent, expérimenter de nouvelles formes d'action publique et d'action collective.

À la différence d'un parc national, d'une réserve naturelle ou d'un site classé, un PNR ne dispose d'aucun pouvoir réglementaire. Il est impossible pour un PNR d'interdire quoi que ce soit : ni la construction, ni la chasse, ni l'usage des sols... ne sont restreints réglementairement dans un PNR. Les mesures de protection de la faune et de la flore, des eaux et des sols, des forêts et des paysages s'appliquant dans les PNR sont celles qui existent dans la réglementation courante.

NATURA 2000

Le réseau Natura 2000 a été mis en place par la Directive européenne « Oiseaux » de 1979 et par la Directive « Habitats » de 1992. Principale contribution de l'Union européenne à la préservation de la biodiversité, ce réseau a pour objectif d'enrayer l'érosion mondiale de la biodiversité. Il vise particulièrement à protéger à long terme des espèces et des habitats menacés, à forts enjeux de conservation en Europe.

Les zones Natura 2000 sont des sites naturels, terrestres et marins identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent.

Il existe deux types de zones au sein de ce réseau :

- **Les Zones de Protection Spéciale (ZPS) :** ces zones sont jugées très importantes vis-à-vis de la conservation des oiseaux au sein de l'Union Européenne, notamment pour leur alimentation, leur reproduction ou leur migration ;
- **Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC)** : ces zones prennent en comptent les habitats naturels et semi-naturels, ainsi que les espèces de faune et de flore d'intérêt communautaire.

La Figure 8 montre que le site du projet est localisé à moins de 5 km de **deux zones à portée réglementaire** : le Parc Naturel Régional et une zone Natura 2000 directive « Habitat » (Tableau 2). Le projet **n'est donc pas directement concerné** par des zonages réglementaires. Compte tenu du contexte majoritairement urbain, il est peu probable qu'il y ait des interactions entre ces milieux et le site d'étude.

Tableau 2 - Synthèse des zonages patrimoniaux non-réglementaires dans un rayon de 5 km autour du site à Rouen © ARP-Astrance 2022

Type de zonage	Identifiant	Nom	Distance (km)
Parc Naturel Régional	FR8000010	Boucles de la Seine normande	**3,9**
Nature 2000 – Directive « Habitats »	FR2300123	Boucles de la Seine aval	**4,9**

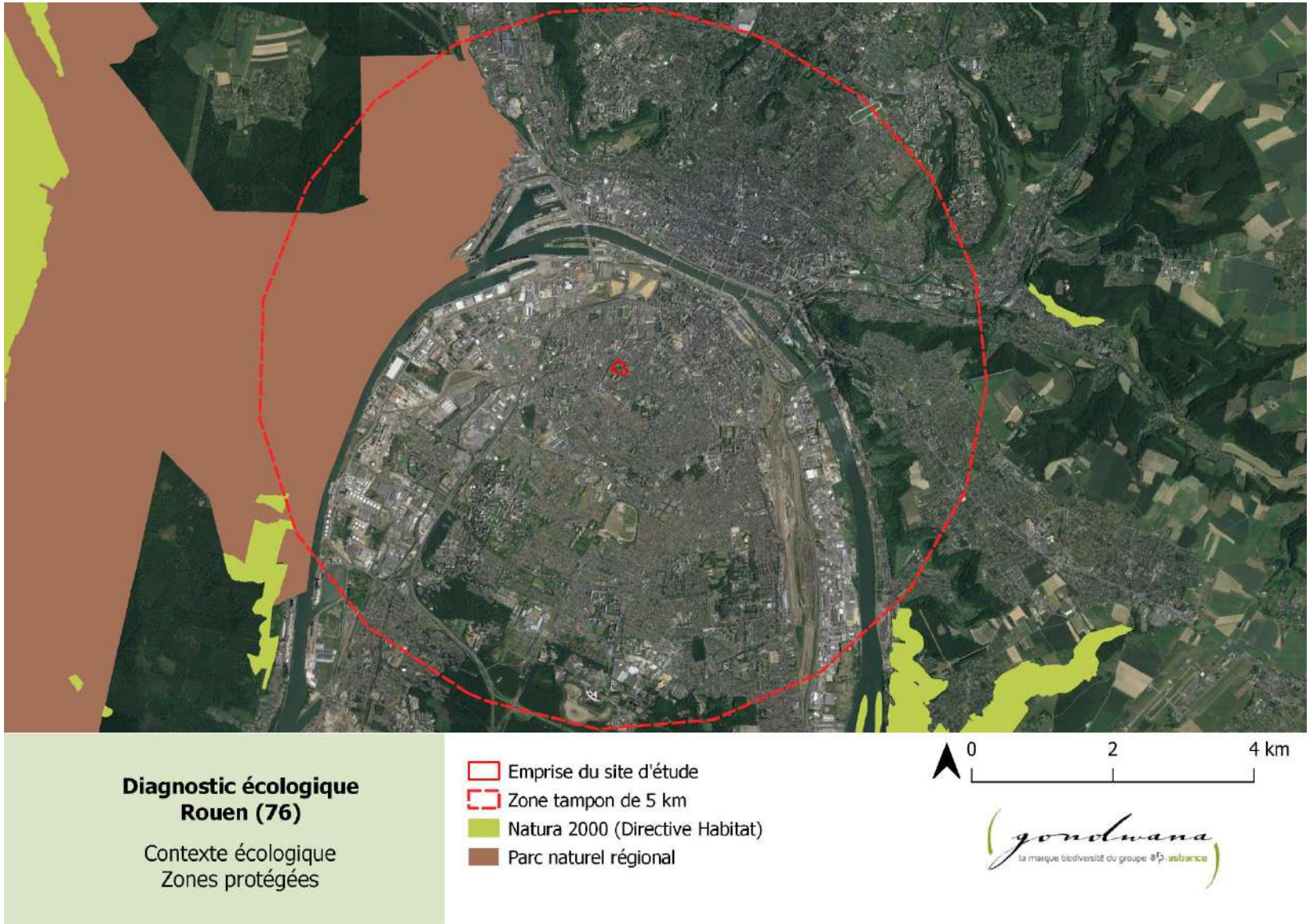


Figure 8 : Carte des zones réglementaires dans un rayon de 5 km autour du site à Rouen, © ARP-Astrance 2022

Présentation des zones

Parc Naturel Régional ***– FR8000010 – Boucles de la Seine normande*** :

Le Parc naturel régional des Boucles de la Seine Normande est un vaste territoire de 89 700 hectares qui s'étend des portes de Rouen aux portes du Havre, composé de 9 communautés de communes et d'agglomérations. Le paysage du territoire est riche. Un fleuve, la Seine, dont le système de vallées affluentes remontant sur deux plateaux, crée "un squelette" et dessine une diversité de paysages : boisements, vallées, mares, étangs, coteaux calcaire, etc.

Figure 9 : Agrion mercure © V. Marquant

Le Parc effectue un suivi des population d'Agrion mercure (*Coenagrion mercuriale*) au sein de l'ENS des marais de la Risle-Maritime à Saint-Sulpice-de-Grimbouville de la vallée de Risle Maritime (Figure 9).

Nature 2000 – Directive « Habitats » ***– FR2300123 – Boucles de la Seine aval*** :

Figure 10 : Triton crêté © E. Sansault

Le site s'étend sur les différents milieux de la vallée de la Seine entre Rouen et Tancarville. 20 habitats naturels d'intérêt communautaires ont été recensées sur le site. Au total, 13 espèces d'intérêt communautaire de l'annexe II de la directive « Habitats » sont présentes sur cette zone Natura 2000. C'est le cas, par exemple, du Triton crêté (*Triturus cristatus*) (Figure 10).

3.2 Zones d'intérêt écologique environnantes

Les ZNIEFF

Lancé en 1982, l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. On distingue 2 types de ZNIEFF :

- **Les ZNIEFF de type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ;**
- **Les ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.**

L'inventaire ZNIEFF concerne progressivement l'ensemble du territoire français (Métropole, près de 15 000 zones : 12 915 de type I et 1 921 de type II, Outre-Mer, milieu terrestre et marin).

Cet inventaire est devenu aujourd'hui un des éléments majeurs de la politique de protection de la nature. Il doit être consulté dans le cadre de projets d'aménagement du territoire (document d'urbanisme, création d'espaces protégés, élaboration de schémas départementaux de carrière…).

Cartographie des zones

La Figure 11 montre que le site du projet est localisé à proximité de **14 Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique** (ou **ZNIEFF**) de type I et II (Tableau 3). Les ZNIEFF sont des zonages patrimoniaux non réglementaires. Le projet **n'est pas directement concerné** par des zonages non-réglementaires, ni réglementaires. La présence du nombre important de ces zones à moins de 5 kilomètres du site traduit l'intérêt écologique du secteur, principalement composé de milieux ouverts, humides et boisés.

Tableau 3 - Synthèse des zonages patrimoniaux non-réglementaires dans un rayon de 5 km autour du site à Rouen, © ARP-Astrance 2022

Type de zonage	Identifiant	Nom	Distance (km)
ZNIEFF de type I	230030810	La côte de Longpaon	**4,8**
	230000316	La côte de Saint-Catherine	**2,6**
	230030780	La fontaine aux ducs	**4,9**
	230030765	La mare aux Sansoures	**4,6**
	230030767	La mare et la lande du Madrillet	**4,8**
	230030761	Le coteau des Hautes Bruyères	**3,6**
	230030763	Le coteau du mont Ager	**4,7**
	230030762	Le coteau du Val de Lescure	**3,7**
	230030744	Les coteaux de Biessard	**4,5**
	230030766	Les pelouses silicicoles des Bruyères	**4,8**
	230030922	Les pelouses silicicoles du Rouvray	**4,3**
ZNIEFF de type II	230009241	La forêt de la Londe-Rouvray	**4,4**
	230000848	Le coteau d'Hénouville et la forêt de Roumane	**3,5**
	230031108	Les coteaux est de l'agglomération Rouennaise	**2,8**

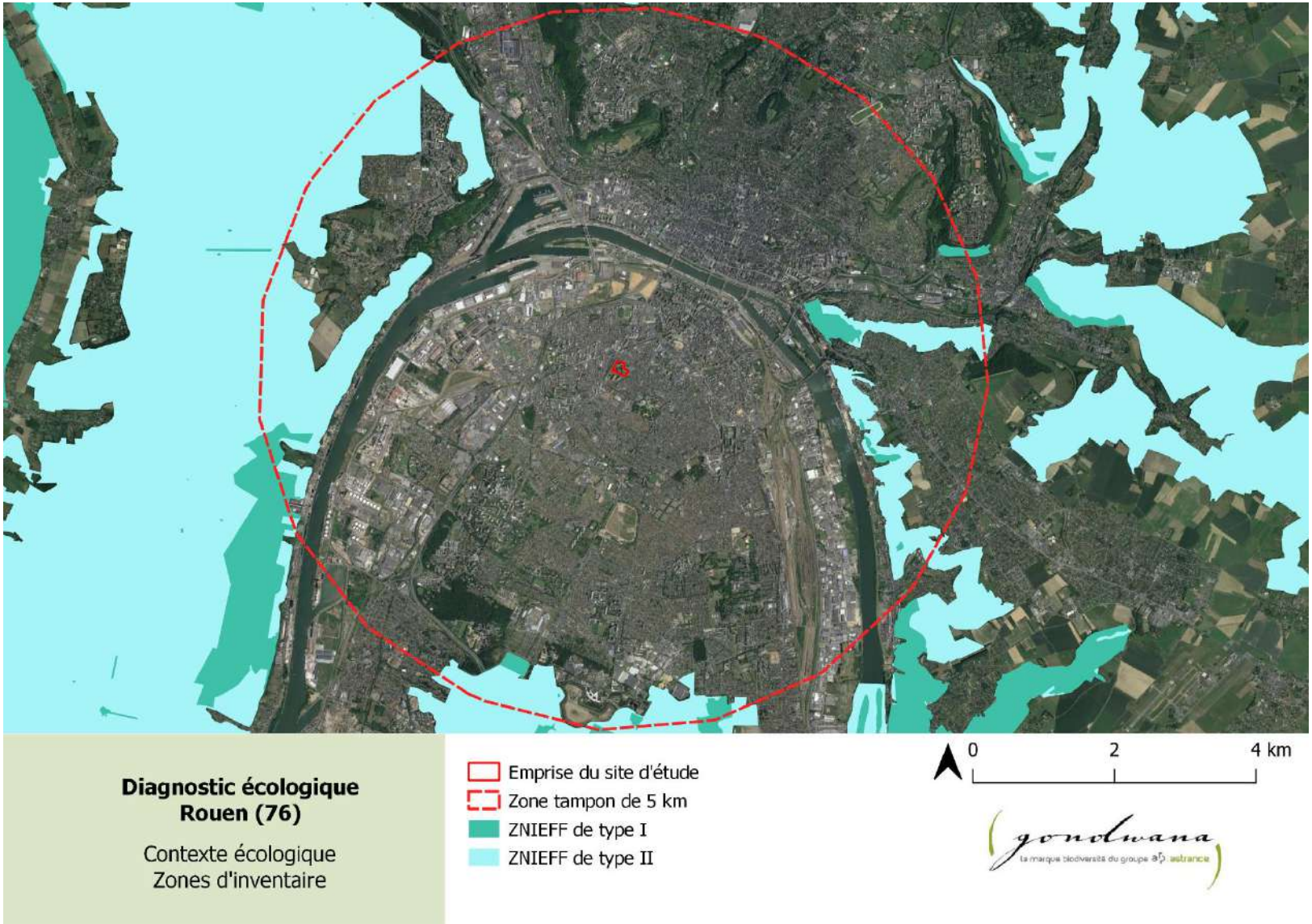


Figure 11 : Carte des zones d'inventaire dans un rayon de 5 km autour du site à Rouen © ARP-Astrance 2022

Présentation des zones

ZNIEFF de type I **– 230030810 – *La côte de Longpaon*** :

La côte de Longpaon se situe sur la commune de Darnétal et se présente sous la forme d'un coteau allongé exposé vers le Sud, au-dessus d'habitations et en contrebas d'une bande boisée. Le site comprend des formations de pelouses calcaires avec le faciès à Brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*) ainsi que des fourrés à Aubépine (*Crataegus monogyna*) et Prunellier (*Prunus spinosa*) et des zones de prairies. Les plantes les plus remarquables ont été observées sur la pelouse calcaire. Il s'agit notamment de l'Ophrys bourdon (*Ophrys fuciflora*) orchidée protégée régionalement (Figure 12).

Figure 12 : Orphys bourdon ©Y. Martin

ZNIEFF de type I **– 230000316 – *La côte de Saint-Catherine*** :

Figure 13 : Alisier de Fontainebleau ©S. Filoche

Ce coteau est bordé par la vallée de la Seine au sud-ouest et les vallées de l'Aubette et du Robec au nord. La Côte Sainte-Catherine est un site intéressant pour sa localisation, sa qualité paysagère mais aussi pour son patrimoine naturel. Les anciennes activités agro-pastorales associées aux facteurs naturels du coteau (nature du sol, topographie, climat, orientation...) sont à l'origine d'une diversité d'écosystèmes : parois rocheuses, pelouses calcicoles à orchidées, ourlets et boisements calcicoles, etc.

Un grand nombre d'espèces floristiques remarquables ont été recensées sur le site tel que l'Alisier de Fontainebleau (*Sorbus latifolia*), espèce protégée au niveau national (Figure 13).

ZNIEFF de type I – **230030780 – *La fontaine aux ducs*** :

Le secteur de la Fontaine aux Ducs se situe dans la bande centrale de la Forêt du Madrillet sur la commune de Saint-Etienne-du-Rouvray. Les terrains sur lesquelles reposent cette forêt correspondent à des anciennes terrasses alluviales de la Seine. Le site comprend une mare entourée une vaste parcelle de lande à fougère partiellement boisée.

Figure 14 : Triton palmé ©J.C. de Massary

La mare présente un fort intérêt puisque la Grenouille verte (*Rana esculenta*) et le Triton palmé (*Triturus helveticus*) y ont été observés (Figure 14).

ZNIEFF de type I – **230030765 – *La mare aux Sansoures*** :

Figure 15 : Stratiote faux-aloès © G. Arnal

La ZNIEFF de la Mare aux Sansoures se situe sur la commune de Saint-Etienne-du-Rouvray dans la partie du massif boisé en lisière de la Forêt départemental du Madrillet. Le site comprend la mare et la clairière qui l'entoure délimitées par une clôture. Le très grand intérêt de cette mare est qu'elle abrite deux plantes protégées régionalement : la rare Utriculaire citrine (*Utricularia australis*) et l'exceptionnelle Stratiote faux-aloès (*Stratiotes aloides*) (Figure 15).

ZNIEFF de type I – **230030767 – *La mare et la lande du Madrillet*** :

Le site comprend un secteur de lande au nord-est de la Forêt du Madrillet ainsi qu'une mare, le tout sur la commune de Saint-Etienne-du-Rouvray. Les terrains sur lesquelles reposent cette forêt correspondent à des anciennes terrasses alluviales de la Seine. Une mare est présente sur la zone.

Figure 16 : Gomphocère tacheté © E. Sansault

Les zones sableuses et faiblement végétalisées autour de la mare présentent également une faune intéressante et notamment quelques espèces d'orthoptères peu fréquentes, telles que le Gomphocère tacheté (*Myrmeleotettix maculatus*) et l'Œdipode turquoise (*Oedipoda caerulescens*) (Figure 16).

ZNIEFF de type I – **230030761 – *Le coteau des Hautes Bruyères*** :

Figure 17 : Seslérie bleue © Y. Martin

Le coteau est limité en haut de pente, par une lisière forestière jouxtant la nationale 14, et par des habitations en contrebas. Une ancienne carrière d'extraction de calcaire est présente au sud du site. Les principaux habitats sont une pelouse calcicole du mésobromion ainsi qu'un ourlet pré-forestier. Les espèces végétales les plus remarquables sont la Seslérie bleue (*Sesleria coerulea*) et la Germandrée d'Allemagne (*Teucrium chamaedrys*) (Figure 17).

ZNIEFF de type I – **230030763 – *Le coteau du mont Ager*** :

Le petit coteau calcaire du Mont Ager est limité au nord par un bois et au sud par un pâturage mésophile et un chemin de randonnée. Il recèle encore une flore riche et diversifiée. De plus l'aspect paysager est indéniable, notamment par sa proximité d'un vallon urbanisé. Ce coteau accueille les espèces végétales remarquables comme la Seslérie bleue (*Sesleria coerulea*) et la Germandrée des montagnes (*Teucrium montanum*) (Figure 18).

Figure 18 : Germandrée des montagnes © Y. Martin

ZNIEFF de type I – **230030762 – *Le coteau du Val de Lescure*** :

Figure 19 : Epiaire droite © Y. Martin

Le coteau est limité en haut de pente, par une lisière forestière jouxtant la nationale 14, et par des habitations en contre-bas. C'est un milieu qui exprime les tendances chaudes (latéméditerranéennes). Les espèces végétales les plus remarquables sont l'Epiaire droite (*Stachys recta*) ainsi que le Chêne pubescent (*Quercus pubescens*) (Figure 19).

ZNIEFF de type I – **230030744 – *Les coteaux de Biessard*** :

Cette zone est située au sud-est de la Forêt de Roumare. Les habitats présents sont la hêtraie acidiphile atlantique à Houx sur le plateau et la hêtraie neutrophile sur les versants. Un grand nombre d'espèces d'intérêt patrimonial a été relevé dont 14 déterminantes. L'état de conservation des espèces et des milieux est tout à fait satisfaisant. Le Faucon pèlerin *(Falco peregrinus*) a été observé sur la ZNIEFF. (Figure 20).

Figure 20 : Faucon pèlerin ©P. Gourdain

ZNIEFF de type I – **230030766 – *Les pelouses silicicoles des Bruyères*** :

Figure 21 : Aïra caryophyllée ©H. Tinguy

Situées sur la commune de Saint-Etienne-du-Rouvray, les pelouses silicicoles des Bruyères présentent une végétation tout à fait originale. Les habitats remarquables rencontrés sur le site sont principalement des végétations herbacées oligotrophes, acidiclines sur sols filtrants siliceux, ainsi que des végétations annuelles xériques acidiphiles sur sols sableux. Ces pelouses, abritant notamment l'Aïra caryophyllée (*Aira caryophyllea*) (Figure 21).

ZNIEFF de type I – **230030922 – *Les pelouses silicicoles du Rouvray*** :

Située sur la commune de Petit-Couronne, la pelouse silicicole du Rouvray recèle une flore riche, rare et diversifiée. Les habitats remarquables rencontrés sur le site sont principalement des végétations herbacées oligotrophes, acidiclines sur sols filtrants siliceux, ainsi que des végétations annuelles xériques acidiphiles sur sols sableux. Parmi ces pelouses, cinq espèces végétales d'intérêt patrimonial ont été observées comme la Danthonie décombante (*Danthonia decumbens*) (Figure 22).

Figure 22 : Danthonie décombante ©Y. Martin

ZNIEFF de type II – **230009241 – *La forêt de la Londe-Rouvray*** :

Figure 23 : Lézard des souches ©P. Gourdain

Cette ZNIEFF comprend l'ensemble du massif domanial de La Londe-Rouvray, les forêts départementales du Madrillet et du Bois des Pères, ainsi que des bois privés ou communaux. Bien qu'elle subisse une pression anthropique très forte (notamment un morcellement important dû aux infrastructures), elle témoigne d'un grand intérêt écologique. Les substrats, sols, expositions, habitats forestiers et prairiaux, la flore et la faune qui la caractérisent, présentent une grande diversité. Les landes du site abritent le Lézard des souches (*Lacerta agilis*) (Figure 23).

ZNIEFF de type II – **230000848 – *Le coteau d'Hénouville et la forêt de Roumane*** :

La ZNIEFF de type II des Coteaux d'Hénouville et forêt de Roumare s'étend sur 5 355 ha. Elle se situe en rive droite de la Seine en aval de Rouen dans la boucle de Roumare. Une quarantaine de mares dont la surface varie entre 50 et 1500 m² sont réparties sur le massif dont 14 présentent des espèces d'intérêt patrimonial comme la rare Utriculaire citrine (*Utricularia australis*) (Figure 24).

Figure 24 : Utriculaire citrine ©H. Tinguy

ZNIEFF de type II – **230031108 – *Les coteaux est de l'agglomération Rouennaise*** :

Figure 25 : Grand mars changeant © H. Bouyon

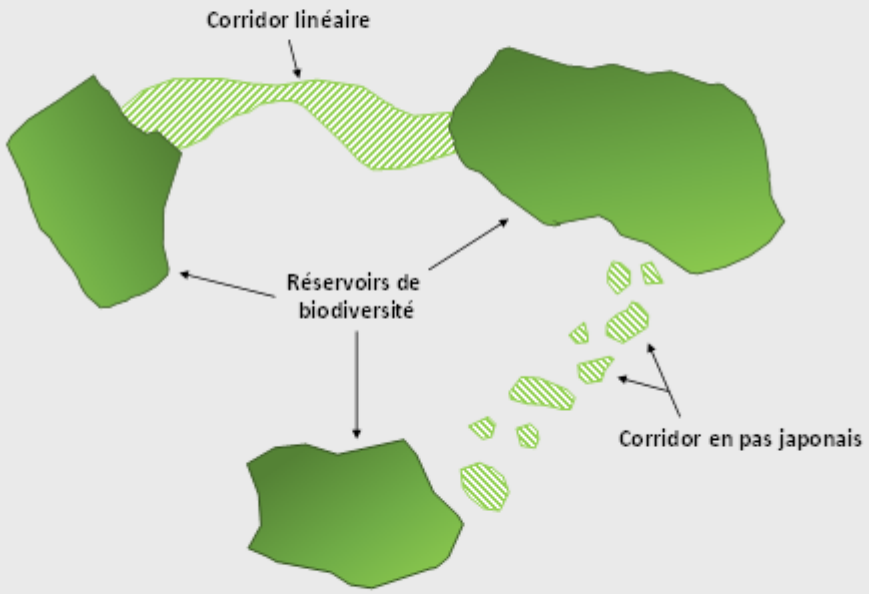
La ZNIEFF s'étend sur une dizaine de kilomètres de Rouen (côte Sainte-Catherine) au Nord, jusqu'au vallon de Gouy au Sud. Elle comporte notamment le coteau de Saint-Adrien, particulièrement remarquable d'un point de vue écologique et paysager. Depuis 1993, le Conservatoire des Sites Naturels de Haute-Normandie intervient sur le coteau de Saint-Adrien afin de stopper la progression des habitats boisés au profit des pelouses, en débroussaillant et en y menant un pâturage extensif de moutons. L'ensemble du site (habitats ouverts et boisés) présente une exceptionnelle biodiversité pour la région puisqu'un peu plus de 400 espèces végétales y ont été recensées (dont une trentaine, exceptionnelles à rares), ainsi qu'une centaine d'espèces de papillons comme le Grand mars changeant (*Apatura iris*) (Figure 25).

3.3 Le Schéma Régionale de Cohérence Ecologique

Qu'est-ce-que le SRCE ?

Le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) est le volet régional de la trame verte et bleue. Co-élaboré par l'État et le conseil régional entre 2010 et 2013, il a pour objet principal la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques. À ce titre :

- **Il identifie les composantes de la trame verte et bleue (réservoirs de biodiversité, corridors écologiques, cours d'eau et canaux, obstacles au fonctionnement des continuités écologiques) ;**



- **Il identifie les enjeux régionaux de préservation et de restauration des continuités écologiques, et définit les priorités régionales dans un plan d'action stratégique ;**
- **Il propose les outils adaptés pour la mise en œuvre de ce plan d'action.**

Le Schéma de Cohérence Ecologique (SRCE) de Normandie identifie le site dans la ville de Rouen, soit dans un tissu urbain dense.

Principaux éléments de la trame verte et bleue à proximité du site (Figure 26) :

- Principaux réservoirs : parc Champs des Bruyères (réservoir silicole) ; forêt domaniale de Roumare (réservoir boisé), la Seine (réservoir de la trame bleue).
- Principaux corridors : corridors sylvo-arborés pour espèces à faible déplacement ; corridors de cours d'eau autres cours d'eau principaux.

Le projet est localisé au cœur de la ville de Rouen, au sud de la Seine. De grandes infrastructures de communication fragmentent le paysage autour du site. Le site est déconnecté des principaux réservoirs de biodiversité alentours, la forêt de Roumare à l'ouest notamment. Le site **n'est pas directement connecté** aux éléments de la trame verte et bleue à l'échelle régionale. Le site est donc peu favorable aux espèces mobiles du fait de la densité du tissu urbain.

Le site n'est donc pas identifié comme réservoir de biodiversité ou corridor écologique à l'échelle de la région et n'est pas concerné par les objectifs de préservation et de restauration inscrits au SRCE.

Il existe néanmoins sur le site, un potentiel pour les espèces à grande capacité de dispersion. La présence des strates arborée et prairiale assurent des zones de nourrissages et de nidification. Elle représente également une zone de transit à l'échelle du quartier (passage de chiroptères, d'oiseaux, de mammifères, etc.).

En effet, le rôle refuge et corridor de déplacement du site est fort à l'échelle du quartier voire de la commune notamment pour les espèces à forte capacité de déplacement.

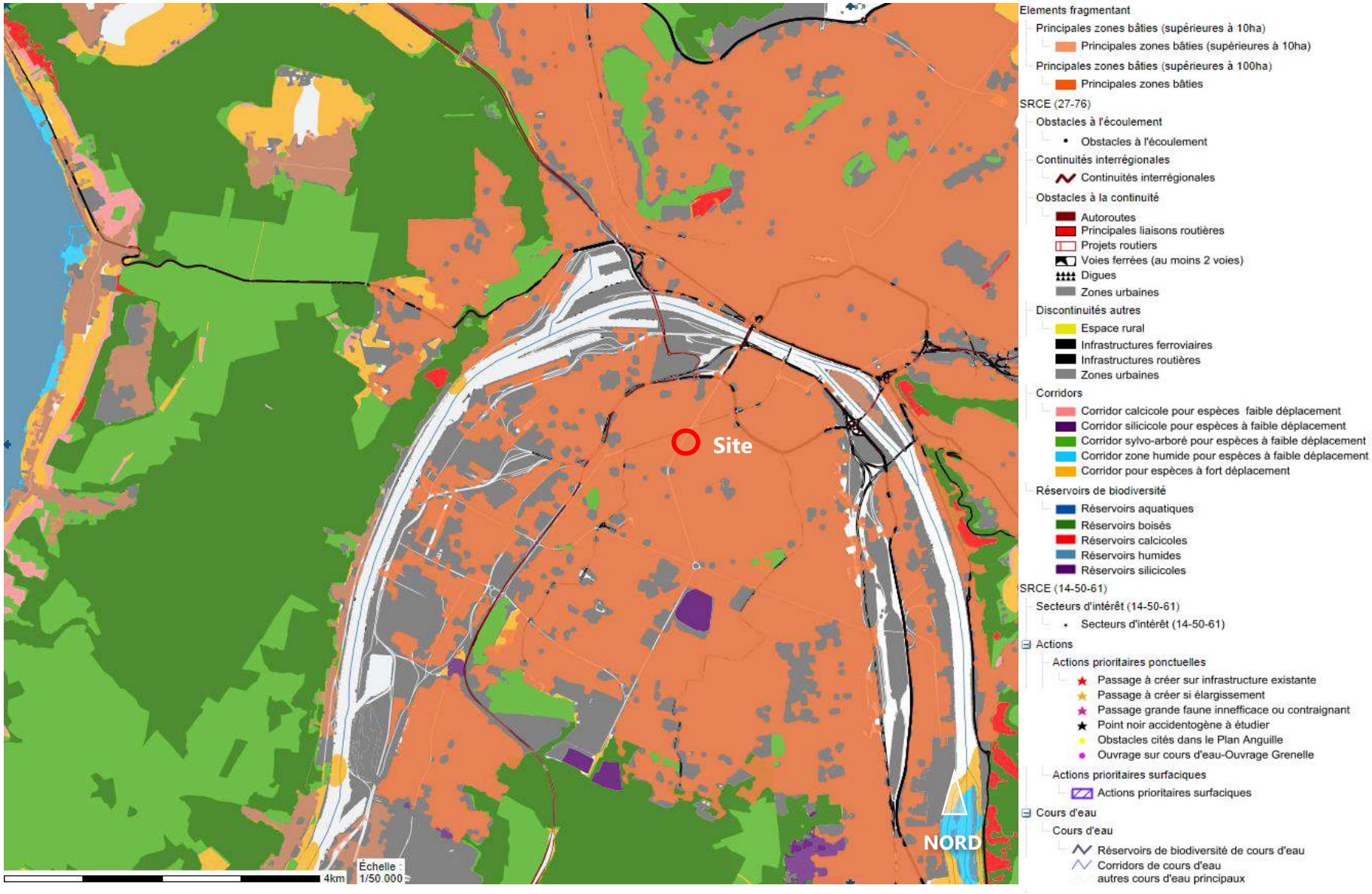


Figure 26 : Extrait de la carte du SRCE de Normandie, © SRCE Normandie

3.4 Plan local d'Urbanisme

Le Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) est un document stratégique qui comporte, comme un schéma directeur, des orientations sur l'évolution de la communauté de commune, ici la Métropole Rouen Normandie. Il est d'autre part un document réglementaire dans la mesure où il régit l'évolution des parcelles, notamment à travers l'instruction des permis de construire et de démolir.

Le PLUi de la Métropole Rouen Normandie a été approuvé lors du conseil métropolitain du 13 février 2020.

Le PLUi identifie le site en zone « UAA ». La zone « UA » correspond à la zone urbaine de centralité à dominante habitat caractéristique des centres villes. La zone « UAA » plus spécifiquement est la traduction des cœurs d'agglomération. Les centralités historiques de Rouen et les espaces urbains limitrophes ainsi que Elbeuf sont catégorisés zone « UAA ». L'objectif est de permettre la densification du tissu urbain au service du renforcement de la centralité et de la mixité des fonctions tout en préservant la forme urbaine existante (Figure 27).

Le site est donc soumis aux prescriptions suivantes :

- Si la toiture-terrasse d'une nouvelle construction présente une surface continue de 150 m² ou plus, elle doit être végétalisée. Cela ne s'applique pas si le bâtiment comporte des panneaux solaires ou un dispositif de récupération et de stockage des eaux pluviales.
- Les espaces libres doivent être aménagés selon une composition paysagère soignée, en continuité avec les terrains voisins et les lieux environnants.
- Pour les constructions nouvelles, tous les 100 m² d'espaces libres entamés un arbre tige ou haute tige sera planté.
- Les espèces végétales invasives sont interdites et les espèces indigènes doivent être favorisées au sein des espaces verts.
- Les implantations des constructions doivent respecter les arbres existants sur le terrain. Sinon, les arbres doivent être remplacés.
- Au moins 20% de la surface du terrain doit être traité en espaces verts.

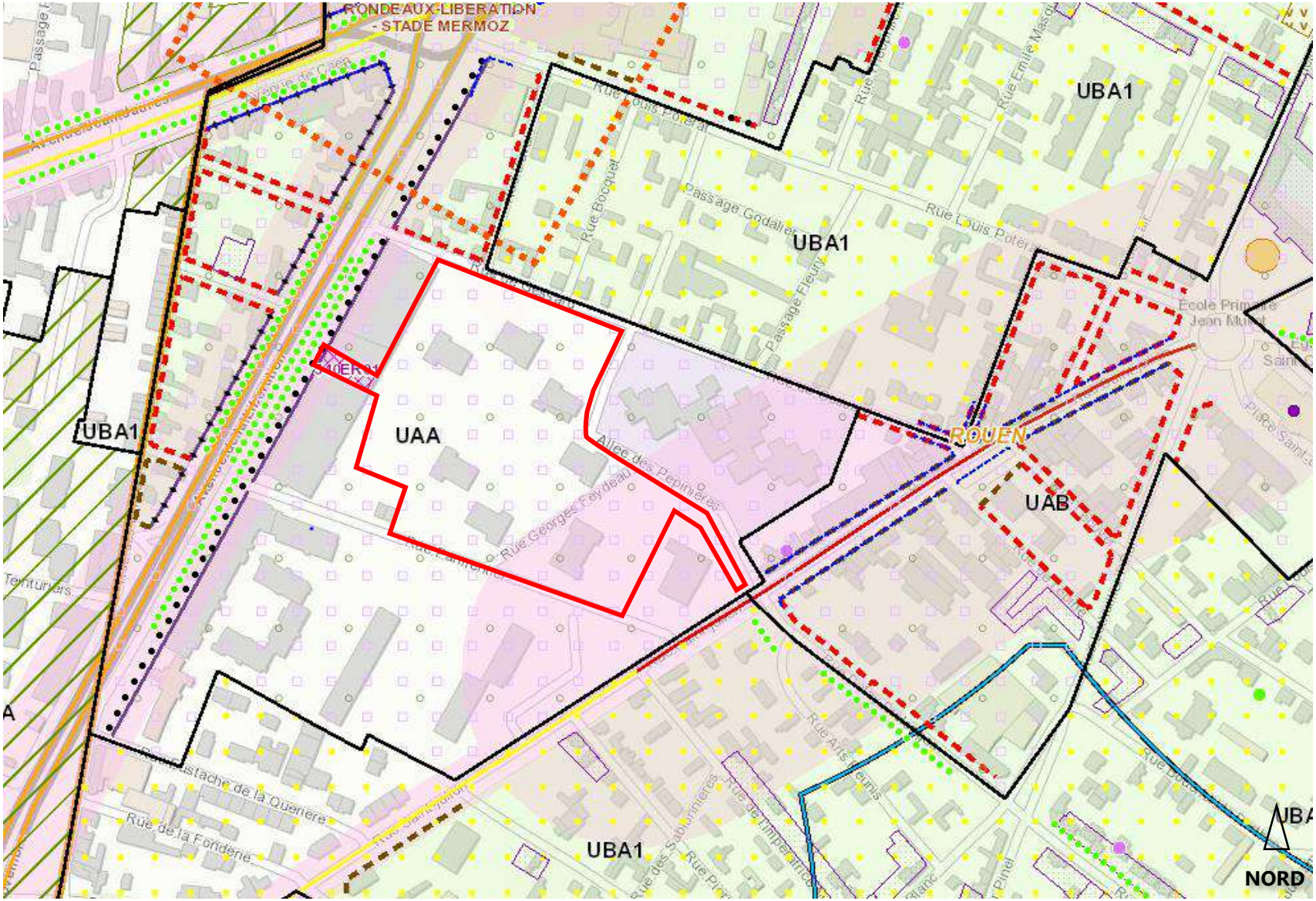


Figure 27 : Extrait du plan de zonage de la commune de Rouen du PLUi approuvé le 13 février 2020 © Métropole Rouen Normandie

3.5 Corridors et réservoirs écologiques à l'échelle du quartier

Le site est localisé dans un tissu urbain dense très minéral composé de maisons de ville et bâtiments bas. Le site apparait comme un des derniers îlots de végétation perméable en cœur de ville. Il est déconnecté de la trame verte et bleue locale. Il est toutefois localisé entre trois espaces verts arborés (Figure 28) :

- Jardin des Plantes de Rouen ;
- Parc des Chartreux ;
- Réserves foncières de la Cofely (GDF SUEZ).

Ces sites sont connectés par des corridors (alignements d'arbres) qui permettent aux espèces à forte capacité de déplacement d'aller d'une zone arborée à une autre.
Le site étant composé d'espaces végétalisées, support de la biodiversité (strate arborée, strate herbacée) il représente une source d'alimentation, de chasse, de reproduction pour un certain nombre d'espèce.

Ainsi, de par sa surface foncière disponible et des habitats du site, ce dernier participe à la trame verte à l'échelle du quartier. Le site peut être utilisé par la faune et la flore comme zone de déplacement, de transit mais aussi de nidification et d'alimentation.

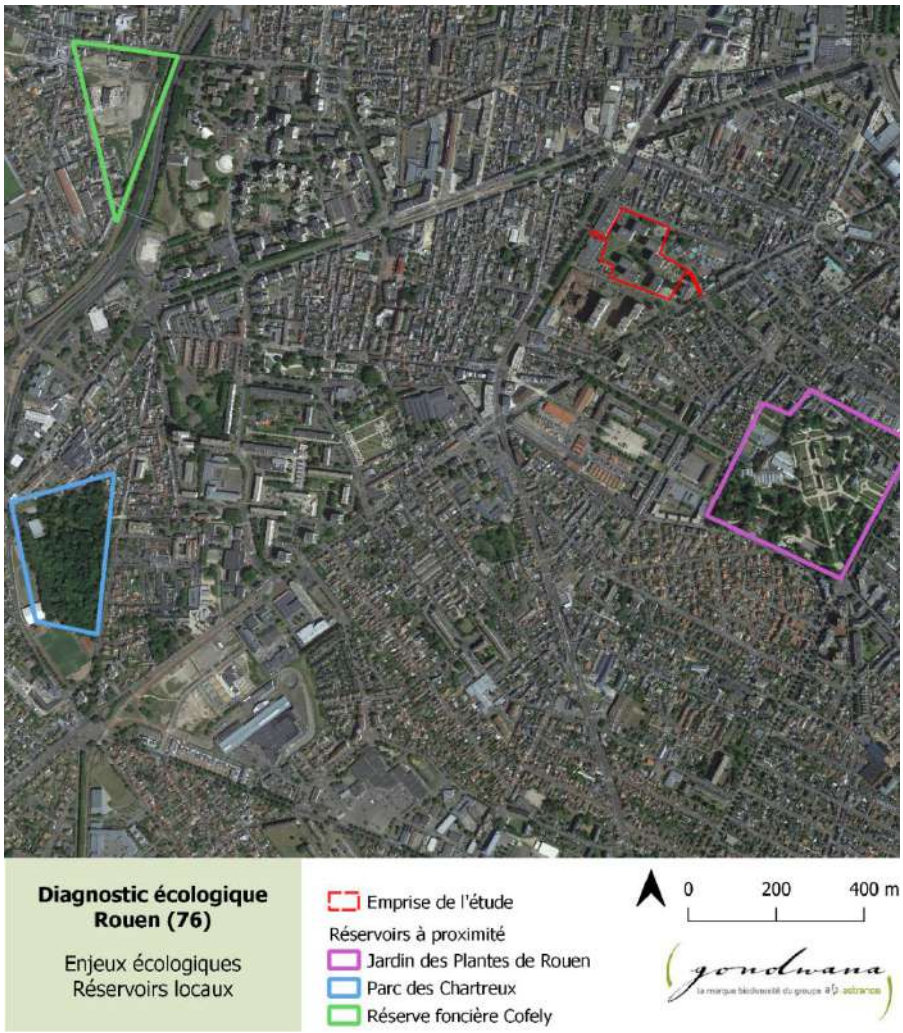


Figure 28 : Espaces verts arborés à proximité du site © ARP-Astrance 2022

3.6 Synthèse des enjeux contextuels

De par sa localisation en zone urbaine, son isolement par rapport aux réservoirs écologiques, **le site présente peu de sensibilité vis-à-vis des zonages d'inventaires. Le site n'est, de plus, pas concerné par les objectifs de préservation et de restauration de la trame verte et bleue à l'échelle régionale.**

A l'échelle locale, le site peut se connecter au maillage écologique de la trame verte et bleue. Il revêt néanmoins une importance dans le refuge et le déplacement des espèces de la biodiversité urbaine à l'échelle du quartier et de la commune. En effet, le site est composé d'un strate arborée accueillant des espèces avifaunistiques intéressantes et des prairies intéressantes pouvant servir de zone de reproduction et de zone de chasse pour un certain nombre d'espèces. De plus, le site est localisé entre trois espaces boisés et des connexions peuvent se faire entre le site et ces trois espaces, renforçant le potentiel écologique du site. De plus, le projet d'une surface foncière importante de 3 ha, pourrait renforcer ce rôle de réservoir de biodiversité à l'échelle du quartier.

3.7 Les habitats limitrophes

Les habitats à proximité du site ont fait l'objet d'une courte visite. Ces espaces limitrophes peuvent être nécessaires à l'accomplissement du cycle des espèces à faible mobilité (reptiles, amphibiens) ou pour comprendre le lien fonctionnel avec les habitats ou les populations d'une même espèce. Ainsi, l'école élémentaire Pépinières Saint-Julien a fait l'objet d'une visite le 27 octobre 2021. Le square Marie Planterose a, quant à lui, fait l'objet d'une visite le 10 février 2022 (Tableau 4 ; Figure 29).

Tableau 4 - Habitats limitrophes du site © ARP-Astrance 2022

Numéro de la zone	Lieu	Code	Habitat
1	Square Marie Planterose	CB : 85.2	Square urbain
2	Ecole élémentaire Pépinières Saint-Julien	CB : 85.3	Jardin

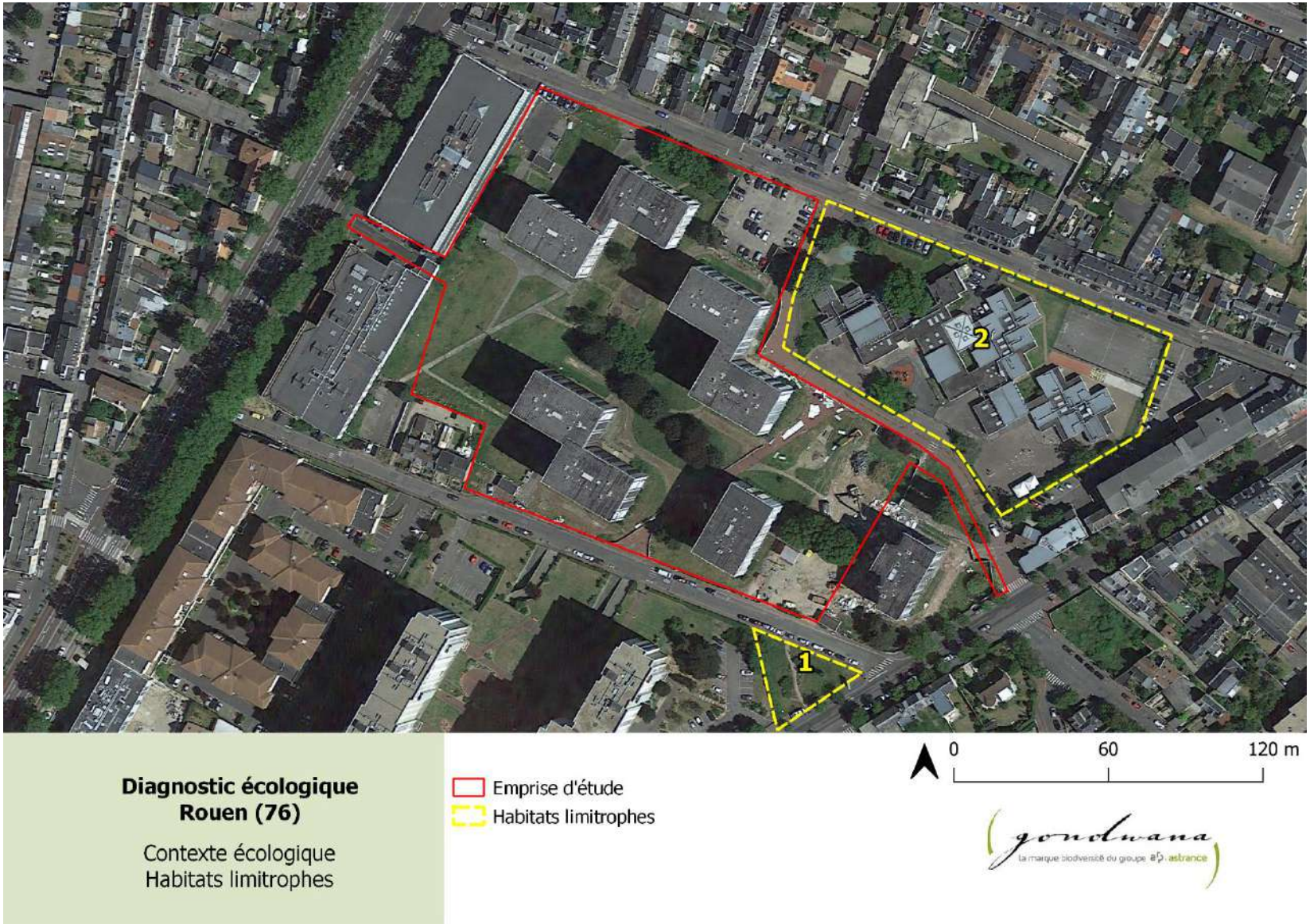


Figure 29 : Habitats limitrophes du site © ARP-Astrance 2022

Square Marie Planterose

Le square urbain Marie Planterose possède un cheminement, des haies arbustives et une pelouse (Figure 30; Figure 31). Ce square peut être utilisé comme zone de passage par la faune.

Figure 30 : Haie arbustive dans le square à proximité du site © ARP-Astrance février 2022

Figure 31 : Pelouse dans le square à proximité du site © ARP-Astrance février 2022

Ecole élémentaire Pépinières Saint-Julien

L'école élémentaire est constituée d'une pelouse arborée, de haies monospécifiques, d'un potager, d'arbres isolés, de bâtis et de surfaces imperméables. La diversité des essences d'arbres sur le site est favorable à l'accueil de la faune et notamment à l'avifaune (Figure 32).

Figure 32 : Pelouse arborée de l'école élémentaire à proximité du site © ARP-Astrance octobre 2021

Les espèces inventoriées sont répertoriées dans le Tableau 5.

Tableau 5 - Espèces arborées, arbustives et herbacées observées dans la zone d'étude élargie, © ARP-Astrance 2022

Nom scientifique	Nom vernaculaire	UICN nationale	UICN Normandie
Acer platanoides L.	Érable plane	LC	LC
Bellis perennis L.	Pâquerette vivace	LC	LC
Betula verrucosa	Bouleau pleureur	NA	NA
Crataegus monogyna Jacq.	Aubépine à un style	LC	LC
Clematis vitalba L.	Clématite des haies	LC	LC
Corylus avellana L.	Noisetier commun	LC	LC
Cotoneaster franchetii Bois	Cotonéaster de Franchet	NA	NA

Nom scientifique	Nom vernaculaire	UICN nationale	UICN Normandie
Dactylis glomerata L.	Dactyle aggloméré	LC	LC
Euonymus japonicus	Fusain du Japon	NA	NA
Euphorbia lathyris L.	Euphorbe épurge	NA	NA
Galium aparine L.	Gaillet gratteron	LC	LC
Geranium molle L.	Géranium mou	LC	LC
Geranium robertianum L.	Géranium herbe-à-Robert	LC	LC
Hedera helix L.	Lierre grimpant	LC	LC
Lamium purpureum L.	Lamier pourpre	LC	LC
Ligustrum japonicum	Troène du Japon	NA	NA
Magnolia liliiflora Desr.	Magnolia à fleurs de lis	NA	NA
Matricaria recutita L.	Matricaire camomille	LC	LC
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé	LC	LC
Platanus ×hispanica Mill. ex Muenchh.	Platane à feuilles d'érable	NA	NA
Pleioblastus fortunei	Bambou nain à feuilles panachées	NA	NA
Poa annua L.	Pâturin annuel	LC	LC
Quercus rubra L.	Chêne rouge d'Amérique	NA	NA
Ranunculus acris L.	Renoncule âcre	LC	LC
Rumex acetosa L.	Oseille sauvage	LC	LC
Sambucus racemosa	Sureau à grappes	LC	VU
Senecio jacobaea L.	Séneçon de Jacob	LC	LC
Senecio vulgaris L.	Séneçon commun	LC	LC
Sonchus oleraceus L.	Laiteron maraîcher	LC	LC
Spiraea japonica	Spirée du Japon	NA	NA
Taraxacum sp	Pissenlit	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	UICN nationale	UICN Normandie
Tilia cordata Mill.	Tilleul à petites feuilles	LC	LC
Tilia platyphyllos Scop.	Tilleul à grandes feuilles	LC	LC
Trifolium repens L.	Trèfle rampant	LC	LC
Trifolium pratense L.	Trèfle des prés	LC	LC
Urtica dioica L.	Grande ortie	LC	LC
Veronica arvensis L.	Véronique des champs	LC	LC
Viburnum tinus	Laurier tin	NA	NA
Vicia sativa L.	Vesce cultivée	LC	LC

4. ETAT INITIAL ECOLOGIQUE

4.1 Habitats observés sur la zone d'étude

Les différentes visites ont permis d'identifier les habitats présents sur le site selon la typologie Corine Biotopes. Les formations végétales ont été cartographiées et rapprochées des entités typologiques connues en région Normandie. Les habitats biologiques du périmètre d'étude sont à rapprocher des milieux de la **typologie 8 – « Paysages artificiels »**.

Cartographie des habitats biologiques du site

Le site à l'étude est une résidence désaffectée « Les Pépinières » construite en 1979 localisée au cœur d'un tissu urbain dense très peu végétalisé. La zone d'étude est composée de neuf bâtiments dont sept immeubles d'habitations. Ces bâtiments sont construits dans un grand parc composé de prairies et d'arbres. La strate arborée est présente soit sous forme de groupements d'arbres, soit d'alignements ou encore de sujets isolés. Des essences de feuillus et de conifères sont installées sur le site. Aux abords de certains bâtiments, des haies persistantes sont présentes. Une haie champêtre est située au nord-ouest du site. Des arbustes isolés sont également présents sur le site au sud-ouest de celui-ci. De nombreux cheminements sont dessinés sur l'ensemble du site avec des revêtements imperméables, une surface artificialisée, et des revêtements perméables qui sont aujourd'hui colonisés par la végétation et forment une zone rudérale. Pour des raisons de sécurité, le site est actuellement entièrement clôturé, ce qui ne semblait pas être le cas lors de son occupation antérieure (Figure 33 ; Tableau 6).

Figure 33 : Carte des habitats du site Les Pépinières à Rouen © ARP-Astrance 2022

Présentation des habitats du site

Tableau 6 - Habitats recensés sur la zone d'étude les Pépinières à Rouen, © ARP-Astrance 2022

Code	Intitulé	Description	Photo	Enjeu
CB 84.1	**Alignement et groupement d'arbres**	Individus d'arbres plantés de manière linéaire ou en groupe	Figure 34 Figure 35	**Fort**
CB : 84.2	**Haie persistante**	Haie arbustive d'essences persistantes	Figure 36	**Faible à moyen**
CB : 84.2	**Haie champêtre**	Haie arbustive d'essences indigènes en libre évolution	Figure 37	**Moyen**
CB : 84.2	**Arbuste**	Sujet de la strate arbustive isolé	Figure 38	**Faible à moyen**
CB : 38.1	**Prairie mésophile**	Strate herbacée haute	Figure 39 Figure 40	**Faible à moyen**
CB : 86	**Zone bâtie**	Immeuble avec ouverture et fenêtre brisée, lieu de nidification / gîte de l'avifaune et chiroptères	Figure 41	**Moyen à Fort**
CB : 86	**Zone bâtie**	Surface imperméable	Figure 42	**Nul**
CB : 86	**Voie de communication et parking**	Surface minérale	Figure 43 Figure 44	**Nul**
CB : 87.2	**Zone rudérale**	Espace occupé par des espèces pionnières et rudérales	Figure 45 Figure 46	**Faible**

Alignement et groupement d'arbres

La zone d'étude possède un alignement d'arbres au nord du site composé principalement de Platane commun (*Platanus × hispanica*). A proximité de cet alignement, un groupement de Pin noir (*Pinus nigra*) a été identifié. Un autre groupement d'arbres est localisé au centre du site entre les bâtiments d'habitations. Il est composé principalement d'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), de Charme commun (*Carpinus betulus*) et de Bouleau verruqueux (*Betula pendula*). D'autres sujets sont isolés sur le site. La strate arborée fournit un habitat protecteur (abri, perchoir, zone de nidification) et une source de nourriture à de nombreuses espèces d'oiseaux, insectes et petits mammifères.

Figure 34 : Groupement d'arbres au nord du site © ARP-Astrance avril 2022

Figure 35 : Groupement d'arbres au centre du site © ARP-Astrance avril 2022

- Haie persistante

Des haies composées principalement de Troène de Californie (*Ligustrum ovalifolium) s*ont présentes aux abords des bâtiments. Ces haies sont peu développées, sauf une au sud du site. D'autres essences sont également présentes dans ces haies comme le Laurier-sauce (*Laurus nobilis*). Les espèces plantées dans ces haies sont horticoles. Il faut noter la présence du Buddleia du père David (*Buddleja davidii*), espèce invasive.

Figure 36 : Haie persistante au sud du site © ARP-Astrance avril 2022

- Haie champêtre

Cet habitat est composé de charmes (*Carpinus betulus*) et de Lierre grimpant (*Hedera helix*). Il est localisé à l'ouest du site à proximité d'un bâtiment qui n'est pas dans la zone d'étude. Cette haie est un véritable refuge et une source d'alimentation pour la faune.

Figure 37 : Haie champêtre du site © ARP-Astrance avril 2022

- Arbuste

Un groupement d'arbustes est localisé à l'ouest du site. Celui-ci est composé de cépées d'Albizia sp (*Albizia sp*). Ces sujets ont été colonisés par le Lierre grimpant (*Hedera helix*).

Figure 38 : Albizia sp recouvert par du Lierre grimpant sur le site © ARP-Astrance février 2022

- Prairie mésophile

Cet habitat se compose d'une végétation dense et haute composée principalement de graminées telles que le Dactyle aggloméré (*Dactylis* glomerata) et l'Ivraie vivace (*Lolium* perenne). La hauteur de végétation rend le milieu favorable à la présence d'une entomofaune variée. Une partie de cette prairie est composée d'Orchidées.

Figure 39 : Prairie mésophile à l'ouest du site © ARP-Astrance avril 2022

Figure 40 : Prairie mésophile à l'est du site © ARP-Astrance février 2022

Zone bâtie

Les immeubles du site sont occupés par des Pigeons biset (*Columba livia*) qui utilisent le site comme zone de nidification. De plus, des ouvertures ont été observées au niveau de certaines fenêtres du bâtiment. Le bâti est susceptible d'accueillir des gîtes de chauve-souris.

Comme précisé dans la méthodologie d'inventaire, aucune visite au sein des bâtiments n'est possible pour des raisons de sécurité. Néanmoins, le protocole spécifique mis en place a permis de vérifier la présence potentielle d'espèces nicheuses au sein du bâti.

D'autres petits bâtiments du site ne sont pas favorables à la biodiversité (absence de fissures, nuisances sonores, hauteur peu élevée, etc.).

Figure 41 : Bâtiments du site à enjeux modérés © ARP-Astrance février 2022

Figure 42 : Bâtiment du site à enjeux nuls © ARP-Astrance février 2022

- Voie de communication et parking

Les zones minérales sont composées de cheminements piétons, de voies carrossables et d'aires de stationnement. La Vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*) et le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*) se développent aux bords des cheminements. Ces deux espèces sont des espèces exotiques envahissantes et possèdent un caractère invasif sur le site.

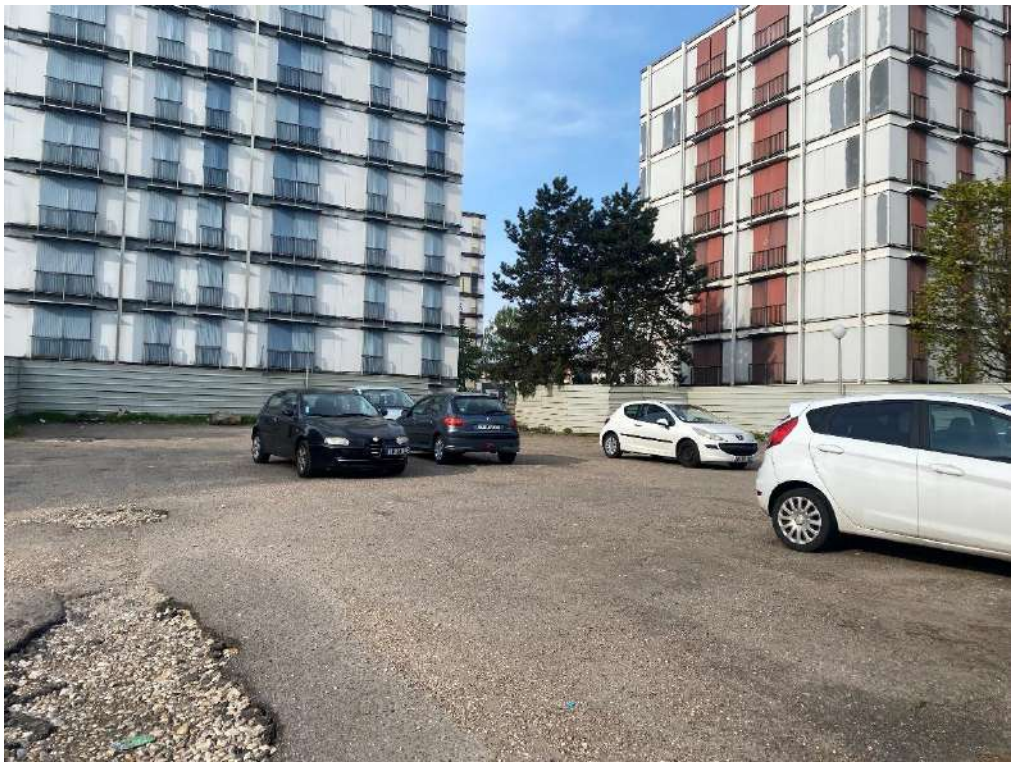


Figure 43 : Parking minéral localisé au nord-est du site © ARP-Astrance février 2022

Figure 44 : Cheminements sur le site © ARP-Astrance février 2022

Zone rudérale

Les cheminements en gravier ont été entièrement colonisés par la végétation notamment par un groupement d'espèces pionnières et rudérales. Cet habitat n'est pas entretenu et est délaissé. Une zone de terrassement à l'est est également présente sur le site et commence à se végétaliser. Ces zones sont propices au développement d'espèces invasives telles que la Vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*) et le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*).

Figure 45 : Zone rudérale sur remblais sur le site © ARP-Astrance avril 2022

Figure 46 : Cheminement enherbé © ARP-Astrance avril 2022

4.2 Espèces végétales observées sur la zone d'étude

Au total, **112 espèces végétales** ont été recensées sur la zone d'étude. Parmi ces espèces, **aucune ne présente de statut de protection réglementaire** à l'échelle nationale et/ou régionale et **4 espèces** présentent **un statut de patrimonialité à l'échelle régionale** (espèce rare, espèce patrimoniale, espèce menacée d'après la liste rouge, déterminante ZNIEFF ou espèce d'intérêt communautaire au titre de la Directive « Habitat »).

Les espèces floristiques observées sur le terrain sont présentées dans le Tableau 7.

Tableau 7 - Espèces floristiques observées dans la zone d'étude à Rouen
© ARP-Astrance 2022

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
Acer platanoides L.	Érable plane	AC	LC	NA
Acer pseudoplatanus L.	Érable sycomore	CC	LC	LC
Achillea millefolium L.	Achillée millefeuille	CC	LC	LC
Agrostis capillaris L.	Agrostide capillaire	CC	LC	LC
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	Ailante glanduleux	AR	NA	NA
Albizia sp	Albizia sp	NA	NA	NA
Anacamptis pyramidalis (L.) L.C.M. Rich.	Orchis pyramidal	AC	LC	LC
Anthriscus caucalis M. Bieb.	Anthrisque des dunes	R	LC	NT
Artemisia vulgaris L.	Armoise commune	CC	LC	LC
Bellis perennis L.	Pâquerette vivace	CC	LC	LC
Betula pendula Roth	Bouleau verruqueux	CC	LC	LC
Bromus hordeaceus L.	Brome mou	CC	LC	LC
Bromus sterilis L.	Brome stérile	CC	LC	LC
Buddleja davidii Franch.	Buddléia de David	C	NA	NA
Cardamine flexuosa With.	Cardamine flexueuse	C	LC	LC
Carpinus betulus L.	Charme commun	CC	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
Centaurea jacea L. subsp. *nigra* (L.) Bonnier et Layens	Centaurée noire	AC?	LC	DD
Centranthus calcitrapae (L.) Dufr.	Centranthe chausse-trappe	NA	NA	NA
Cerastium glomeratum Thuill.	Céraiste aggloméré	CC	LC	LC
Chelidonium majus L.	Chélidoine	C	LC	LC
Chenopodium album L.	Chénopode blanc	CC	LC	LC
Cirsium arvense (L.) Scop.	Cirse des champs	CC	LC	LC
Cirsium vulgare (Savi) Ten.	Cirse commun	CC	LC	LC
Clematis vitalba L.	Clématite des haies	CC	LC	LC
Convolvulus arvensis L.	Liseron des champs	CC	LC	LC
Conyza canadensis (L.) Cronq.	Vergerette du Canada	CC	NA	NA
Cotinus coggygria Scop.	Fustet des teinturiers	#	LC	NA
Cotoneaster franchetii Bois	Cotonéaster de Franchet	E ?	NA	NA
Crepis capillaris (L.) Wallr.	Crépide capillaire	CC	LC	LC
Cymbalaria muralis P. Gaertn., B. Mey. et Scherb.	Cymbalaire des murs	C	NA	NA
Dactylis glomerata L.	Dactyle aggloméré	CC	LC	LC
Datura stramonium L.	Stramoine commune	R	NA	NA
Elymus repens (L.) Gould	Chiendent commun	CC	LC	LC
Erysimum odoratum Ehrh.	Vélar odorant	NA	LC	NA
Fallopia japonica (Houtt.) Ronse Decraene	Renouée du Japon	C	NA	NA
Festuca pratensis Huds.	Fétuque des prés	AC	LC	LC
Galium aparine L.	Gaillet gratteron	CC	LC	LC
Geranium dissectum L.	Géranium découpé	CC	LC	LC
Geranium molle L.	Géranium mou	CC	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
Geranium robertianum L.	Géranium herbe-à-Robert	CC	LC	LC
Geum urbanum L.	Benoîte commune	CC	LC	LC
Glechoma hederacea L.	Lierre terrestre	CC	LC	LC
Hedera helix L.	Lierre grimpant	CC	LC	LC
Holcus lanatus L.	Houlque laineuse	CC	LC	LC
Hordeum vulgare L.	Orge commune	C?	NA	NA
Hypericum perforatum L.	Millepertuis perforé	CC	LC	LC
Hypochaeris radicata L.	Porcelle enracinée	CC	LC	LC
Laurus nobilis L.	Laurier sauce	C	NA	NA
Lactuca serriola L.	Laitue scariole	C	LC	LC
Leucaena leucocephala	Faux mimosa	NA	NA	NA
Leucanthemum vulgare Lam.	Grande marguerite	CC	DD	LC
Ligustrum vulgare L.	Troène commun	CC	LC	LC
Ligustrum ovalifolium Hassk.	Troène de Californie	NA	NA	NA
Linaria vulgaris Mill.	Linaire commune	CC	LC	LC
Linum perenne	Lin vivace	NA	NA	NA
Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt.	Mahonia faux-houx	NA	NA	NA
Malva sylvestris L.	Mauve sauvage	C	LC	LC
Matricaria recutita L.	Matricaire camomille	CC	LC	LC
Medicago arabica (L.) Huds.	Luzerne tachée	AC	LC	LC
Medicago lupulina L.	Luzerne lupuline	CC	LC	LC
Medicago sativa L.	Luzerne cultivée	AC	LC	NA
Melilotus officinalis Lam.	Mélilot officinal	PC	LC	LC
Mentha suaveolens Ehrh.	Menthe à feuilles rondes	AC	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
Mercurialis annua L.	Mercuriale annuelle	C	LC	LC
Myosotis arvensis (L.) Hill	Myosotis des champs	CC	LC	LC
Myosotis ramosissima Rochel ex Schult.	Myosotis rameux	PC	LC	LC
Nigella damascena L.	Nigelle de Damas	R	LC	NA
Ophrys apifera Huds.	Ophrys abeille	AC	LC	LC
Papaver rhoeas L.	Grand coquelicot	CC	LC	LC
Pastinaca sativa L.	Panais cultivé	AC	LC	LC
Paulownia tomentosa (Thunb.) Steud.	Paulownia	NA	NA	NA
Picris hieracioides L.	Picride fausse-épervière	C	LC	LC
Pinus nigra Arnold	Pin noir	NA	LC	NA
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé	CC	LC	LC
Plantago major L.	Plantain à larges feuilles	CC	LC	LC
Platanus ×hispanica Mill. ex Muenchh.	Platane à feuilles d'érable	#	NA	NA
Poa annua L.	Pâturin annuel	CC	LC	LC
Populus nigra L.	Peuplier noir	AC?	LC	LC
Potentilla reptans L.	Potentille rampante	CC	LC	LC
Prunella vulgaris L.	Brunelle commune	CC	LC	LC
Prunus laurocerasus L.	Laurier cerise	.	NA	NA
Ranunculus acris L.	Renoncule âcre	CC	LC	LC
Reseda lutea L.	Réséda jaune	AC	LC	LC
Rosa canina L.	Rosier des chiens	?	LC	DD
Rubus fruticosus L.	Ronce frutescente	#	LC	LC
Rumex acetosa L.	Oseille sauvage	CC	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
Rumex obtusifolius L.	Patience à feuilles obtuses	CC	LC	LC
Salix caprea L.	Saule marsault	CC	LC	LC
Sambucus ebulus L.	Sureau yèble	PC	LC	LC
Sambucus nigra L.	Sureau noir	CC	LC	LC
Senecio inaequidens DC.	Séneçon du Cap	PC	NA	NA
Senecio jacobaea L.	Séneçon de Jacob	CC	LC	LC
Senecio vulgaris L.	Séneçon commun	CC	LC	LC
Sequoiadendron giganteum	Séquoia géant	NA	NA	NA
Silene latifolia Poiret	Compagnon blanc	CC	LC	LC
Sinapis arvensis L.	Moutarde des champs	CC	LC	LC
Sisymbrium officinale (L.) Scop.	Sisymbre officinal	CC	LC	LC
Solanum dulcamara L.	Morelle douce-amère	CC	LC	LC
Sonchus asper (L.) Hill	Laiteron rude	CC	LC	LC
Sonchus oleraceus L.	Laiteron maraîcher	CC	LC	LC
Sorbus aria (L.) Crantz	Alouchier	#	NA	NA
Spiraea arguta	Spirée blanche	NA	NA	NA
Taraxacum sp	Pissenlit	CC	LC	LC
Torilis arvensis (Huds.) Link	Torilis des champs	AR	LC	LC
Torilis nodosa (L.) Gaertn.	Torilis noueux	R	LC	NT
Trifolium pratense L.	Trèfle des prés	CC	LC	LC
Trifolium repens L.	Trèfle rampant	CC	LC	LC
Urtica dioica L.	Grande ortie	CC	LC	LC
Valerianella locusta (L.) Laterr.	Mâche potagère	AC	LC	LC
Verbascum thapsus L.	Molène bouillon-blanc	C	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
Veronica chamaedrys L.	Véronique petit-chêne	CC	LC	LC
Veronica persica Poir.	Véronique de Perse	NA	NA	NA
Vicia sativa L.	Vesce cultivée	CC	NA	LC

La légende des critères de rareté et celle des classes UICN sont présentées en Annexe 1 et Annexe 2.

Quatre espèces végétales inventoriées sur la zone d'étude ont un statut de rareté spécifique en Normandie (Figure 47) :

- La Stramoine commune (*Datura stramonium*), rare en Normandie ;
- La Nigelle de Damas (*Nigella damascena*), rare en Normandie ;
- Le Torilis noueux (*Torilis nodosa*), rare et quasi-menacée en Normandie ;
- L'Anthrisque des dunes (*Anthriscus caucalis)*, rare et quasi-menacée en Normandie.

Figure 47 : de droite à gauche, Stramoine commune © INPN, Nigelle de Damas © ARP-Astrance 2021, Torilis noueux © INPN et Anthrisque des dunes © ARP-Astrance 2022

Ces espèces sont généralement incluses dans des mélanges de semences de prairies et pelouses fleuries. L'enjeu de conservation de ces espèces n'est donc pas prioritaire.

Plusieurs orchidée, l'Orphys abeille (*Ophrys apifera*) et l'Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*), ont été observées lors de la visite printanière en 2021 (Figure 48), puis ont été revues lors de la visite du 30-31 mai 2022.

Figure 48 : Orphys abeille (à gauche) et Orchis pyramidal (à droite) sur le site
© ARP-Astrance 2022

Les orchidées ont été localisées sur la Figure 49. Certaines zones sont constituées de plusieurs pieds d'orchidées Orphys abeille allant de 1 à 19 pieds dénombrés au printemps 2021. Ces pieds n'ont pas pu être observés de nouveau lors de la visite hivernale 2021 mais ont été revues lors de la visite du printemps tardif 2022.

Les orchidées sont des espèces qui se développent **spontanément** dans un milieu. Ces espèces sont **indicatrices de biodiversité**. En effet, la présence d'une population d'Orchidées signale la présence de pollinisateurs variés, de champignons mais également d'habitats diversifiés.

Figure 49 : Localisation des pieds d'orchidées sur le site © ARP-Astrance 2022

Huit espèces végétales observées sur la zone d'étude présentent un caractère invasif avéré ou potentiel (Figure 50) :

- L'Ailante glutineux (*Ailanthus altissima*) ;
- La Renouée du Japon (*Fallopia japonica*) ;
- Le Buddleia du père David (*Buddleja davidii*) ;
- La Vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*) ;
- Le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*) ;
- Le Paulownia (*Paulownia tomentosa*) ;
- Le Mahonia faux-houx (*Mahonia aquifolium*) ;
- Le Laurier cerise (*Prunus laurocerasus*).

Figure 50 : Espèces invasives observées sur le site © ARP-Astrance 2020 / 2021 / 2022

Une espèce invasive est une espèce introduite dans un milieu qui n'est pas son milieu d'origine, et dont le développement est nuisible aux espèces et à la biodiversité locale. Ces invasions biologiques sont désormais considérées au niveau international comme la deuxième cause d'appauvrissement de la biodiversité, juste après la destruction des habitats.

La Figure 51 présente la localisation des espèces invasives observées sur le site. La Vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*) et le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*) n'ont pas été localisés sur la carte. En effet, ils étaient répartis sur l'ensemble du site.

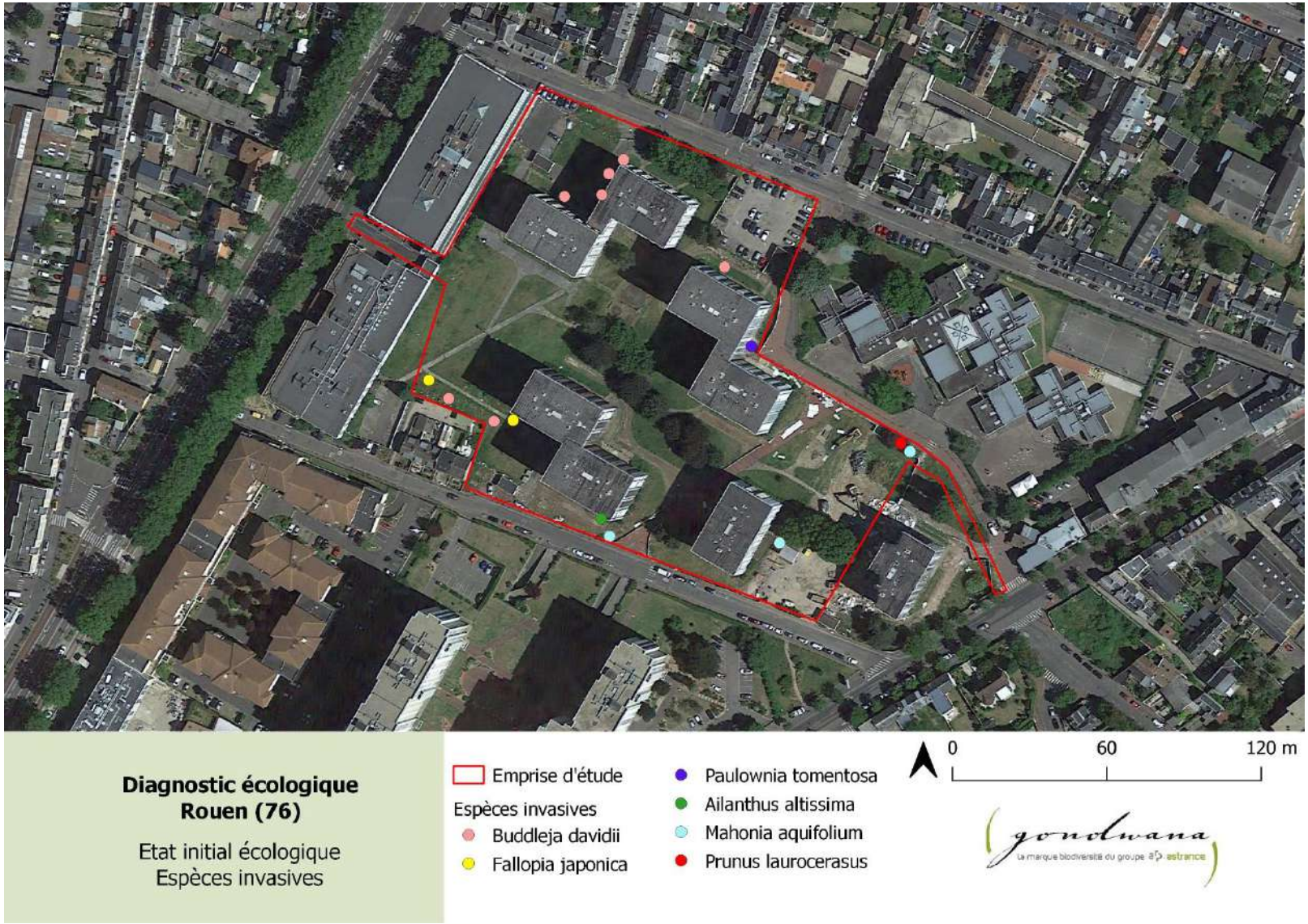


Figure 51 : Localisation des espèces invasives sur le site © ARP-Astrance 2022

4.3 Espèces animales observées sur la zone d'étude

Avifaune

Trois points d'écoute ont été réalisés sur le site lors de la visite d'hiver 2021 et en mai 2022 en plus de l'investigation auditive et visuelle de l'avifaune qui s'est déroulée pendant toute la durée des différentes visites effectuées. Ces points d'écoute ont été localisés sur la Figure 52.

Les oiseaux présents sur le site sont des oiseaux communs des milieux urbains et des boisements principalement. Au total, **20 espèces d'oiseaux** ont été inventoriées. Parmi ces espèces, **13 figurent sur la liste des espèces protégées** sur l'ensemble du territoire français fixée par l'article 3 de l'arrêté du 29 Octobre 2009. **Quatre espèces** sont **quasi-menacées** (« NT ») à l'échelle nationale : le Faucon crécerelle, le Goéland argenté, le Martinet noir et la Mouette rieuse. **Deux espèces** sont également **quasi-menacée** à l'échelle de la Normandie : le Faucon crécerelle et la Mésange huppée.

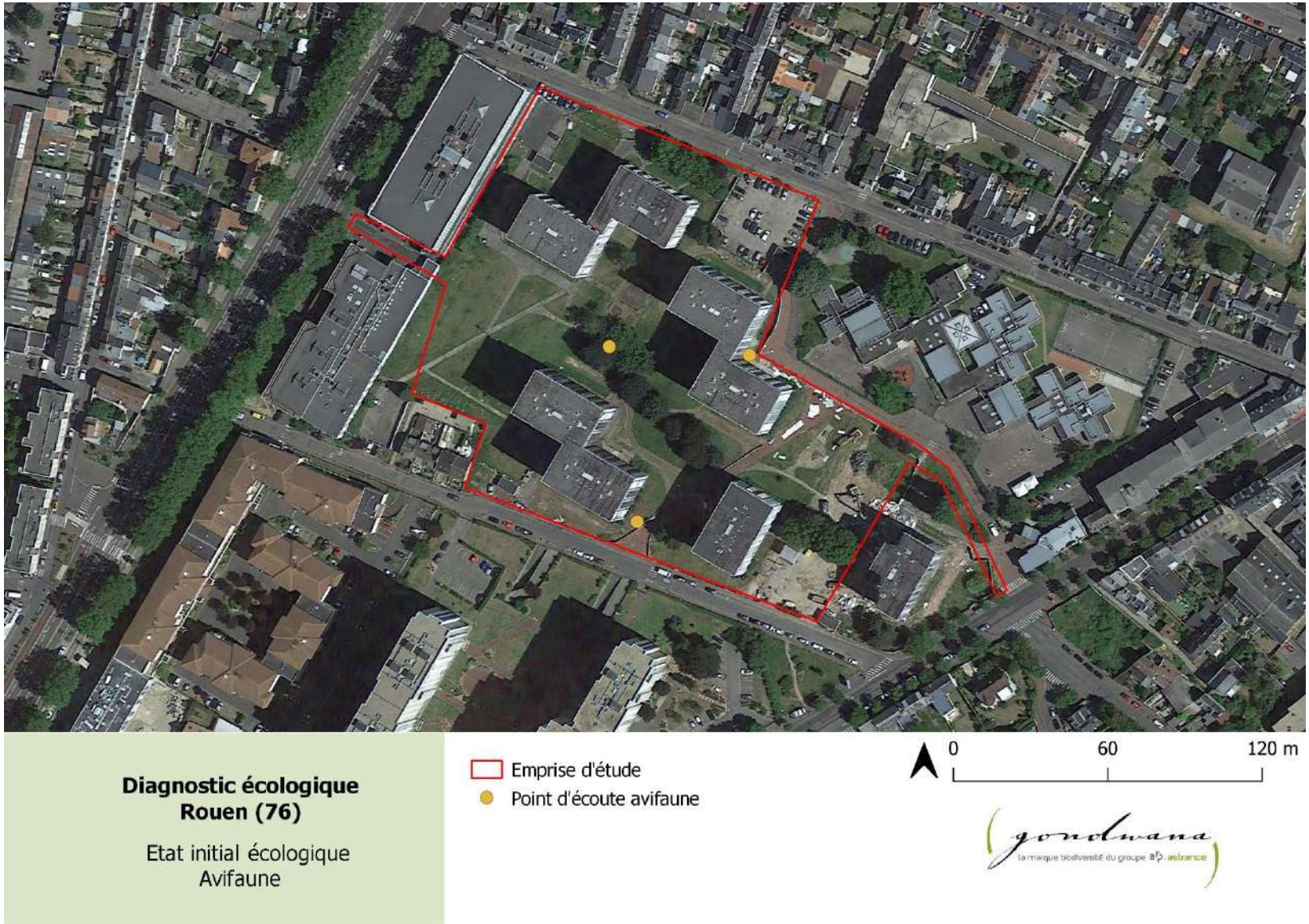


Figure 52 : Localisation des points d'écoute de l'avifaune sur le site de Rouen © ARP-Astrance 2022

Les populations de **Martinet noir** sont en forte décroissance car les habitats propices à leur nidification se font de plus en plus rares. En effet, les sites favorables notamment le bâti ancien disparaissent souvent lors de rénovation et les bâtiments neufs ne permettent pas l'installation des Martinets noirs. Cinq à six couples de cette espèce ont été observés en survol du site au printemps 2021. Une vingtaine d'individus a été revue lors de la session d'inventaire du 30-31 mai 2022. Cette visite a permis de vérifier si cette espèce nidifiait au sein des bâtis. Ainsi, aucun individu n'a été observé nicheur sur le site. En revanche, cette espèce le fréquente comme site d'alimentation.

Un **Rougequeue noir** a également été observé lors des visites du printemps 2021 et printemps 2022. Celui-ci semble nicher notamment à l'est du site dans un des bâtiments.

Trois à quatre couples de **Goéland argenté** ont été également aperçu en survol du site lors de la visite du printemps 2021. Un individu a été observé en haut d'un des immeubles du site lors de la visite du printemps 2021, hiver 2022 et 30-31 mai 2022 (Figure 53).

Figure 53 : Goéland argenté sur le bâtiment © ARP-Astrance juin 2021

Le **Faucon crécerelle** est une espèce strictement protégée de la famille des Falconidés. Ce petit rapace s'observe percher en hauteur. Il se nourrit de petits mammifères mais également de lézards et de gros insectes. Le Faucon crécerelle habite les milieux ouverts et semi-ouverts des villes et des campagnes. Le déclin de cette espèce, avéré en France, est de 62% sur tout le territoire depuis 1989. A ce jour, cette espèce n'est pas nicheuse sur le site, mais profite des corniches des bâtiments désaffectés pour s'alimenter (reposoir) (Figure 54).

Les espaces ouverts en contrebas lui servent de zone de nourrissage. Le Faucon crécerelle a été observé en 2020 nicheuse probable sur le site. Puis, il n'a pas été observé de nouveau lors de la visite du printemps 2021 et celle d'hiver 2022. Toutefois, il a été aperçu sur le bâtiment au sud-ouest du site lors de la visite d'avril 2022 puis revu fin mai 2022 en train de s'alimenter sur ce même bâtiment.

Figure 54 : Faucon crécerelle sur une corniche du site © ARP-Astrance septembre 2020

Deux couples nicheurs de **Mésange huppé** ont également été aperçus sur le site. La Mésange bleue, le Moineau domestique, le Pigeon ramier, le Pigeon biset, la Pie bavarde et la Corneille noire nichent également sur le site.

La liste des espèces contactées sur le site figure dans le Tableau 8.

Tableau 8 - Espèces ornithologiques observées et contactées sur le site © ARP-Astrance 2022

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Protection nationale	Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (2016)	Liste rouge des oiseaux nicheurs de Haute-Normandie (2011)	Statut sur le site
Corneille noire	*Corvus corone*		LC	S	Nicheur probable
Etourneau sansonnet	*Sturnus vulgaris*		LC	S	Nicheur probable
Faucon crécerelle	*Falco tinnunculus*	X	NT	NT	Site d'alimentation
Fauvette à tête noire	*Sylvia atricapilla*	X	LC	S	Nicheur possible
Goéland argenté	*Larus argentatus*	X	NT	NA	Nicheur possible
Grimpereau des jardins	*Certhia brachydactyla*	X	LC	S	Nicheur possible
Martinet noir	*Apus apus*	X	NT	S	En survol
Merle noir	*Turdus merula*		LC	S	Nicheur probable
Mésange bleue	*Cyanistes caeruleus*	X	LC	S	Nicheur avéré
Mésange charbonnière	*Parus major*	X	LC	S	Nicheur probable
Mésange huppée	*Lophophanes cristatus*	X	LC	NT	Nicheur avéré
Moineau domestique	*Passer domesticus*	X	LC	S	Nicheur avéré
Mouette rieuse	*Chroicocephalus ridibundus*	X	NT	NE	En survol
Perruche à collier	*Psittacula krameri*		NA	NA	En survol
Pie bavarde	*Pica pica*		LC	LC	Nicheur probable
Pigeon biset	*Columba livia*		LC	S	Nicheur avéré
Pigeon ramier	*Columba palumbus*		LC	LC	Nicheur avéré
Pinson des arbres	*Fringilla coelebs*	X	LC	S	Nicheur probable
Rougegorge familier	*Erithacus rubecula*	X	LC	S	Nicheur à proximité
Rougequeue noir	*Phoenicurus ochruros*	X	LC	S	Nicheur avéré
Tourterelle turque	*Streptopelia decaocto*		LC	LC	Nicheur possible

Légende :

- **Nicheur possible :** Présence dans son habitat durant sa période de nidification ; Mâle chanteur présent en période de nidification, cris nuptiaux ou tambourinage entendus, mâle vu en parade.
- **Nicheur probable :** Couple présent dans son habitat durant sa période de nidification ; Comportement territorial (chant, querelles avec des voisins, etc.) observé sur un même territoire 2 journées différentes à 7 jours ou plus d'intervalle ; Comportement nuptial : parades, copulation ou échange de nourriture entre adultes ; Visite d'un site de nidification probable. Distinct d'un site de repos ; Cri d'alarme ou tout autre comportement agité indiquant la présence d'un nid ou de jeunes aux alentours ; Preuve physiologique : plaque incubatrice très vascularisée ou œuf présent dans l'oviducte. Observation sur un oiseau en main ; Transport de matériel ou construction d'un nid ; forage d'une cavité (pics).
- **Nicheur avéré :** Oiseau simulant une blessure ou détournant l'attention, tels les canards, gallinacés, oiseaux de rivage, etc. ; Nid vide ayant été utilisé ou coquilles d'œufs de la présente saison ; Jeunes en duvet ou jeunes venant de quitter le nid et incapables de soutenir le vol sur de longues distances ; Adulte gagnant, occupant ou quittant le site d'un nid; comportement révélateur d'un nid occupé dont le contenu ne peut être vérifié (trop haut ou dans une cavité) ; Adulte transportant un sac fécal ; Adulte transportant de la nourriture pour les jeunes durant sa période de nidification ; Coquilles d'œufs éclos ; Nid vu avec un adulte couvant ; Nid contenant des œufs ou des jeunes (vus ou entendus).

Entomofaune

Le site permet d'accueillir une **diversité d'espèces d'insectes commune des milieux ouverts**. Cette diversité est intéressante en milieu urbain. La végétation spontanée s'exprime uniquement dans la strate herbacée qui permet de fournir de la nourriture aux insectes pollinisateurs. La présence de bois coupés sur le site est également favorable à la présence d'insectes xylophages sur le site.

Cinq espèces de Rhopalocères, papillons de jour, ont été observés sur le site (Figure 55 ; Tableau 9). Aucune de ces espèces n'est protégée et toutes sont classées « Préoccupation mineure » (LC) en France et en région. Il s'agit d'espèces communes ne présentant pas d'enjeu de conservation.



Figure 55 : de gauche à droite : Tircis, Argus bleu et Ariane © ARP-Astrance septembre 2020

Tableau 9 - Rhopalocères observés sur le site © ARP-Astrance 2022

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Liste rouge des Rhopalocères de France	Liste rouge des papillons diurnes & zygènes de Haute-Normandie
Argus bleu	*Polyommatus icarus*	LC	LC
Ariane	*Lasiommata maera*	LC	LC
Mégère	*Lasiommata megera*	LC	LC
Piéride du Chou	*Pieris brassicae*	LC	LC
Tircis	*Pararge aegeria*	LC	LC

Un orthoptère, le Criquet mélodieux, un hyménoptère, le Bourdon terrestre, et deux coléoptères ont été observés sur le site (Figure 56 ; Tableau 10). Aucune de ces espèces n'est protégée. Elles ne sont pas recensées sur les listes rouges nationale ou régionale.

Figure 56 : Criquet mélodieux sur le site © ARP-Astrance septembre 2020

Tableau 10 - Coléoptères et Orthoptères observés sur le site © ARP-Astrance 2022

Ordre	Nom vernaculaire	Nom scientifique
Coléoptères	Coccinelle à 7 points	*Coccinella sptempunctata*
	Gendarme	*Pyrrhocoris apterus*
Hyménoptères	Bourdon terrestre	*Bombus terrestris*
Orthoptères	Criquet mélodieux	*Gomphocerippus biguttulus biguttulus*

Chiroptères

4.3.1.1 Inventaires hivernaux

Les premiers inventaires ont permis d'identifier les zones propices d'hibernation/de gîtes d'estivage potentiels ou favorables. Ainsi, lors de la visite du 10 février 2022, il a été constaté sur l'ensemble du patrimoine bâti du site **des ouvertures et des « fenêtres brisées » permettant l'accès des chiroptères à l'intérieur du bâti**. La présence de chiroptères dans le bâti en hibernation est donc probable. Toutefois, les bâtiments n'étaient pas accessibles. Ainsi, aucune vérification de présence des chiroptères dans le bâti n'a pu être effectuée (Figure 57 ; Figure 58).

Figure 57 : Fenêtres brisées et ouvertures visibles dans le bâtiment du site
© ARP-Astrance février 2022

Le bâti a été **prospecté pendant la période hivernale à faible allure depuis l'extérieur** sans qu'il ne soit identifié d'individus en léthargie ou d'indices de présence des chiroptères sur le site (traces de guano, restes de repas, etc.). Cinq bâtiments du site sont susceptibles d'accueillir les chiroptères en léthargie hivernale

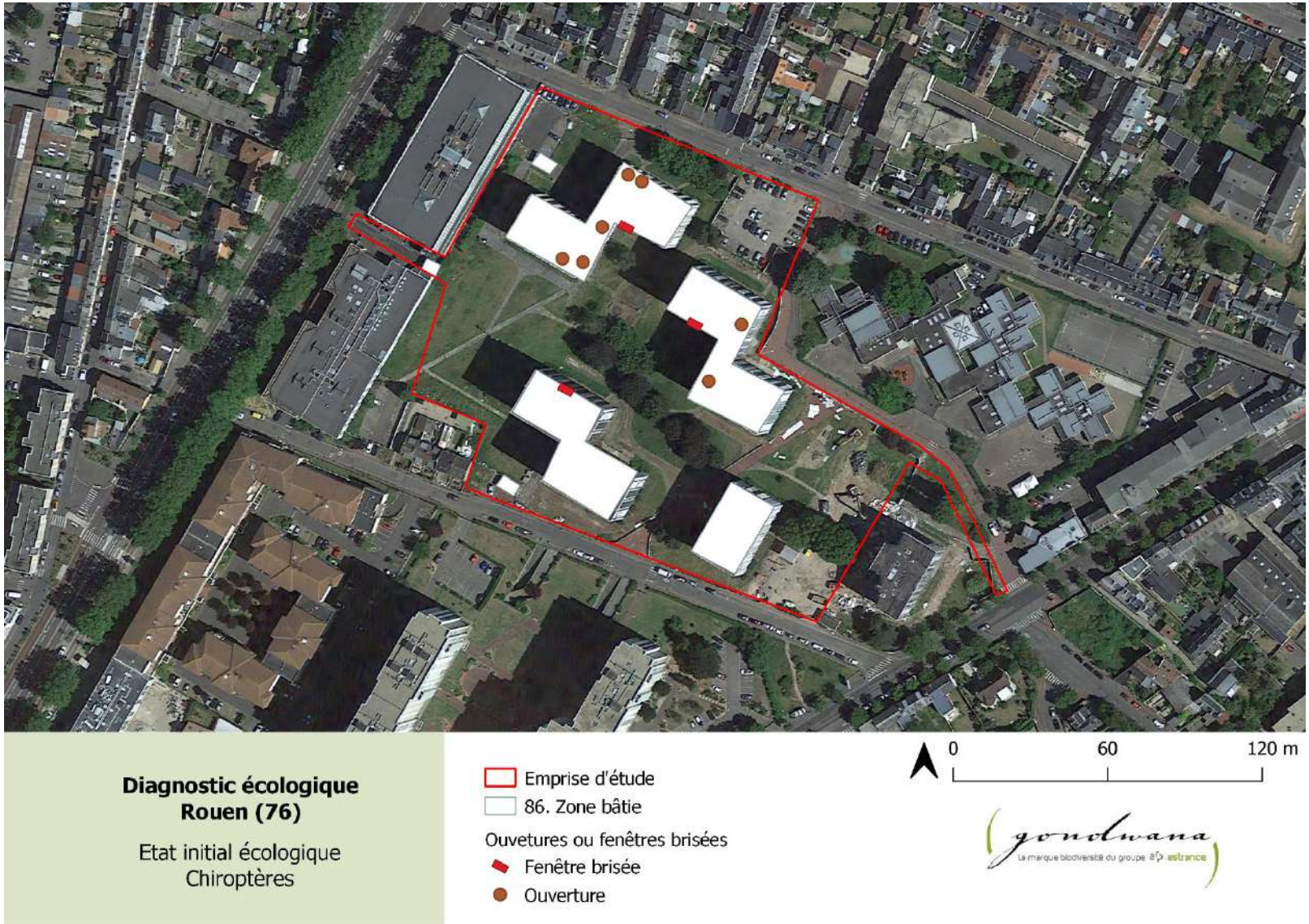


Figure 58 : Localisation des ouvertures et fenêtres brisées sur le bâti © ARP-Astrance 2022

Les arbres sur le site ont fait l'objet d'une observation avec des jumelles pour identifier les cavités susceptibles d'accueillir des chiroptères. Aucune cavité n'a été repérée pouvant être susceptible d'être utilisée comme gîte pour les chiroptères.

L'accès aux bâtiments n'ayant pas pu être envisagé, un protocole a été entrepris pour vérifier la présence de gîtes à chiroptères et estimer leur population.

4.3.1.2 Inventaires printaniers

Pour rappel, les chauves-souris sont protégées à l'échelle nationale par l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

Deux capteurs SM2BAT+ ont été utilisés au court de la session d'inventaire spécifique chiroptères/avifaune sur la nuit du 30 au 31 mai. Ils ont été placés sur le site comme présenté sur la Figure 61. Entreposés tout la nuit du 30 au 31 mai, ils ont permis de détecter la présence de 4 taxons (2 espèces, 1 genre, 1 groupe) de chauves-souris (Tableau 11).

Tableau 11 - Inventaire des chiroptères sur le site d'Altarea à Rouen © ARP-Astrance 2022

Nom commun	Nom scientifique	Protection				Déterminant ZNIEFF Normandie	Listes rouges UICN	
		Nationale	DHFF	Berne	Bonn		Liste rouge des mammifères de France métropoli-taine (2017)	Liste rouge des chauves-souris Normandie (2017)
Murin sp.	*Myotis sp.*	X	.	.	.	.	.	.
Pipistrelle commune	*Pipistrellus pipistrellus*	X	IV	III	II	X	NT	NT
Pipistrelle du groupe Kuhl/Nathusius	*Pipistrellus sp.*	X	.	.	.	.	.	.
Pipistrelle de Kuhl	*Pipistrellus kuhlii*	X	IV	II	II	X	LC	LC

Les deux capteurs/enregistreurs ont permis d'identifier les contacts entre 22h00 et 05h30 environ.

Pour l'enregistreur 1, la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) concentre l'essentiel des contacts avec 75,7 % des cris pour la nuit d'enregistrement (Tableau 12). La Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) fréquente également régulièrement le site, avec un taux d'activité moindre d'environ 12,6%. De plus, le premier SM2BAT+ a enregistré un passage de Murin, l'enregistrement étant néanmoins de trop faible qualité pour permettre une identification au rang de l'espèce.

Tableau 12 - Activité des chauves-souris sur le site, captée par l'enregistreur 1 pendant la nuit d'enregistrement du 30/05/2022 © ARP-Astrance 2022 (011223)

Espèce	Somme des contacts	Somme des cris	% d'activité
Murin sp.	1	55	1,8
Pipistrelle commune	99	2252	75,7
Pipistrelle de Kuhl	11	376	12,6
Pipistrelle du groupe Kuhl/Nathusius	13	290	9,8
Total par nuit	**124**	**2 973**	**100**

L'enregistreur 2 a montré que la Pipistrelle commune restait majoritaire (43,3%) sur cette zone, bien qu'ayant un pourcentage d'activité très proche à celui des Pipistrelle du groupe Kuhl/Nathusius, qui rassemble 41,8% des cris de la nuit.

Tableau 13 - Activité des chauves-souris sur le site, captée par l'enregistreur 2 pendant la nuit d'enregistrement du 30/05/2022 © ARP-Astrance 2022 (013781)

Espèce	Somme des contacts	Somme des cris	% d'activité
Pipistrelle commune	56	1321	43,3
Pipistrelle de Kuhl	17	456	14,9
Pipistrelle du groupe Kuhl/Nathusius	77	1276	41,8
Total par nuit	**150**	**3053**	**100**

La Figure 58 expose la localisation des enregistreurs cités ci-avant.

Les premiers contacts ont eu lieu dès le coucher du soleil. Certaines espèces, comme la Pipistrelle commune, peu lucifuge, sont actives dès le premier quart d'heure qui suit le coucher du soleil (INPN).

Le début de l'activité des chauves-souris laisse supposer la présence de gîte(s) à proximité immédiate (Figure 59, Figure 60).
En effet, l'enregistreur 1 montre une forte activité des chiroptères entre 22 heures et minuit (Figure 59), ce qui suggère une sortie de gite à proximité. Cependant, le lieu de gîte ne semble pas contigu au SM2BAT+ étant donné l'activité restreinte autour du lever du soleil.

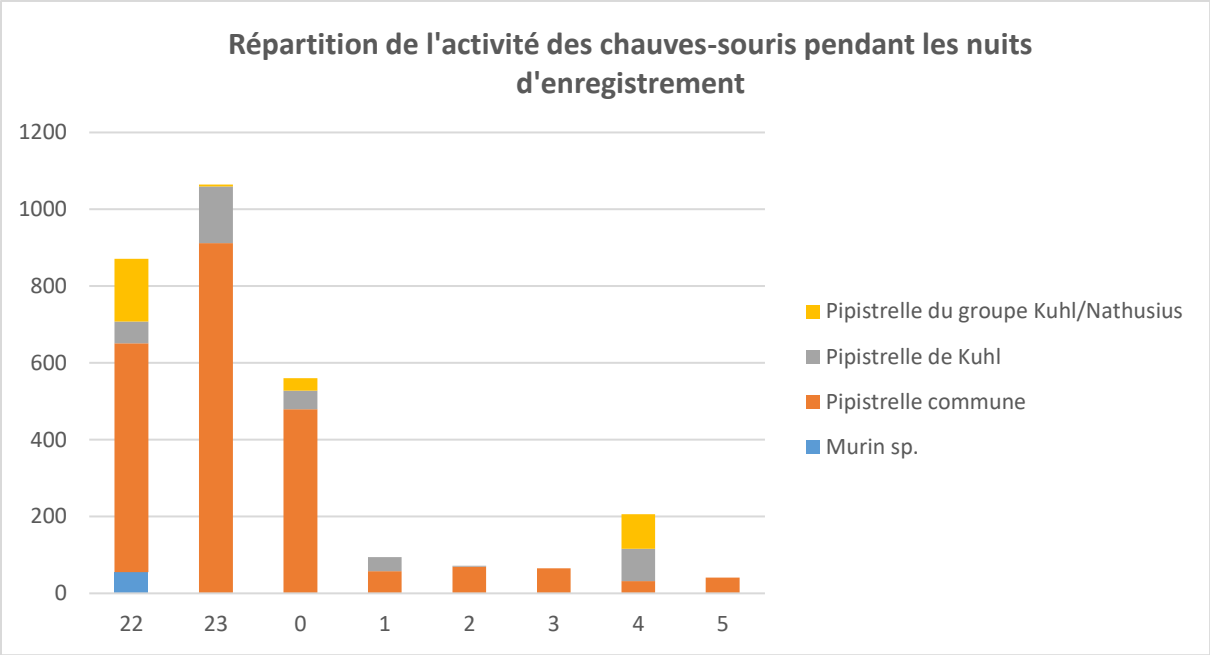


Figure 59 : Graphique de l'activité des chauves-souris captée par l'enregistreur 1 par heure © ARP-Astrance 2022

Le deuxième enregistreur par contre semble situé à proximité d'un gite. En effet, il enregistre une forte activité entre 22 heures et minuit puis entre 4 et 5 heures.
Ces comportements semblent indiquer une activité de chasse forte et de réveil sur la zone d'étude et une activité de transit ponctuelle.

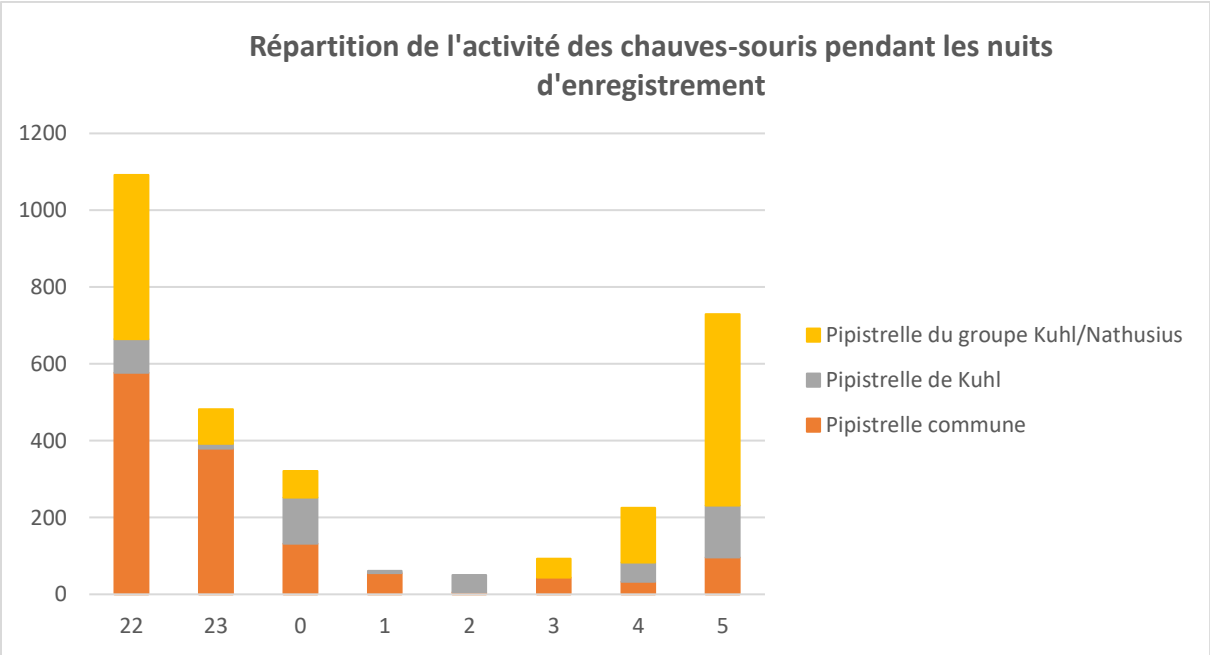


Figure 60 : Graphique de l'activité des chauves-souris captée par l'enregistreur 2 par heure © ARP-Astrance 2022

4.3.1.3 Inventaires nocturnes du 30/05/2022

La visite nocturne du 30 mai 2022 a consisté en la réalisation de points d'écoute et d'observation effectués par cinq naturalistes. Ceux-ci se sont posté.es en bas des bâtiments ayant le plus de potentialités d'accueil des taxons identifiés, et ont tâché de repérer à partir de 30 minutes avant la tombée de la nuit et jusqu'en milieu de nuit d'éventuelles colonies de regroupement de mâles, voire d'éventuelles colonies de parturition de chiroptères (colonies de mise à bas et d'élevage des jeunes).

En termes de moyen matériel, deux batbox mobiles ont été utilisées par les naturalistes permettant ainsi de vérifier la présence d'individus (capteurs à ultrason mobiles). En complément, des inspections visuelles et des batbox mobiles, deux capteurs à ultrasons fixes (SM2) ont été posés à proximité immédiate des bâtiments considérés comme les plus favorables à la présence de chiroptères

Elle a permis de constater que le site représente une zone de transit et de chasse pour les chiroptères, tel que décrit ci-avant.

Bien que les façades soient lisses et présentent peu d'anfractuosités favorables au gîte des chiroptères, l'abandon du bâti permet le refuge d'individus derrière les volets et au sein du bâti dont certaines fenêtres sont ouvertes/cassées.
Ainsi, lors de la visite nocturne du 30 mai 2022, un individu isolé a été aperçu s'envolant, à la tombée de la nuit, de l'arrière d'un volet (sur la façade située le plus au nord de la zone d'étude).

Par ailleurs, cette visite nocturne a permis de constater la présence d'une colonie de parturition de Pipistrelle commune au sein d'un bâtiment présentant des ouvertures, en R+7 (partie haute du bâtiment). La population de femelles regroupées est estimée à 20 individus à minima. La présence d'amiantes dans les bâtiments ainsi que l'utilisation de plusieurs chemins d'entrée et de sortie de gîtes par les individus n'a néanmoins pas permis d'obtenir une estimation robuste des effectifs de cette colonie. L'accès aux zones de gîte et la réalisation d'un photocomptage pourrait permettre de renforcer ces données.

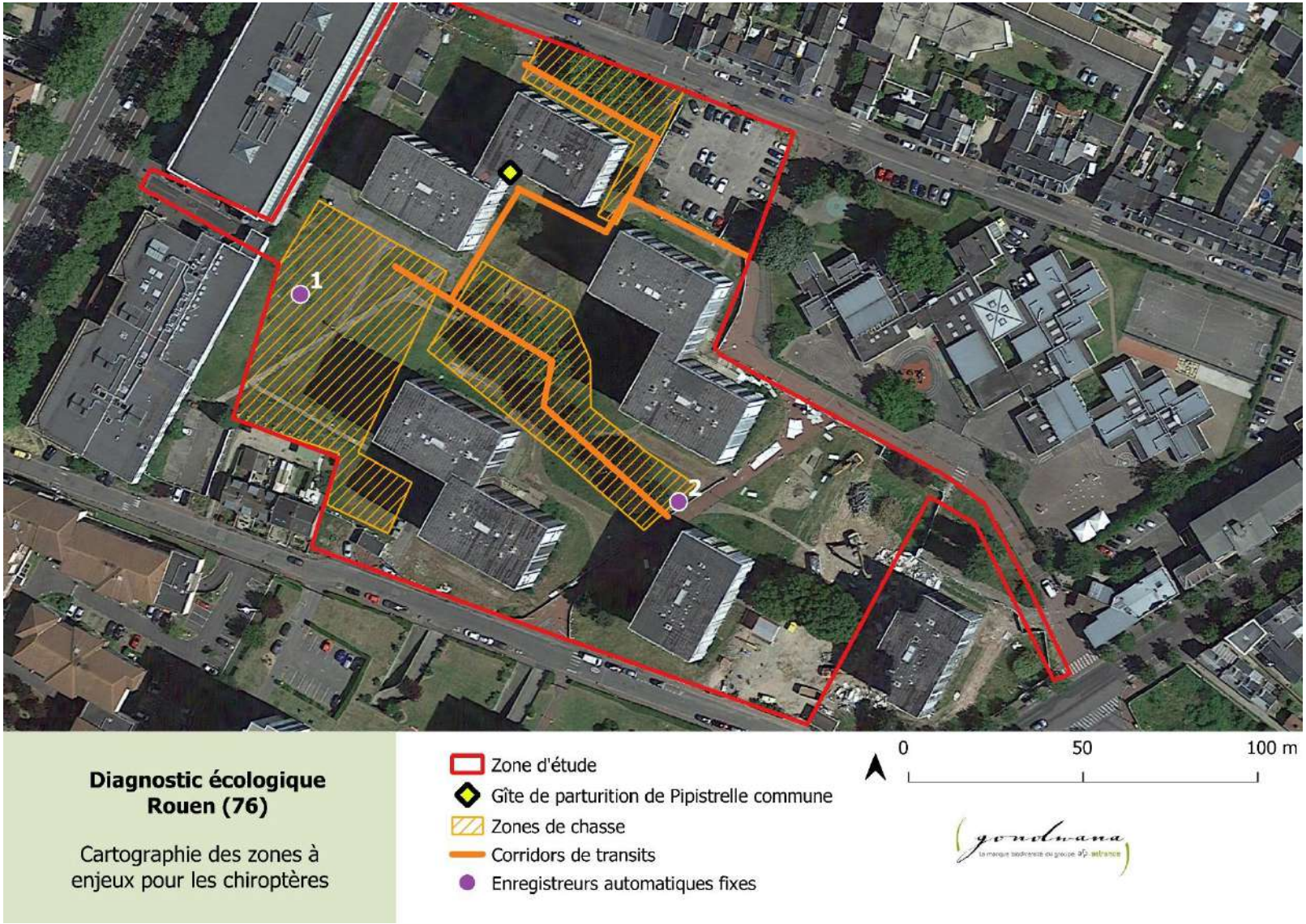


Figure 61 : Cartographie des zones à enjeux pour les chiroptères © ARP-Astrance 2022

Mammifères (hors chiroptères)

Un chat domestique a été aperçu sur le site lors de la visite du printemps 2021 et le 30 mai 2022. De plus, **une femelle Hérisson d'Europe et ses petits** ont également été observés sur le site au printemps 2021 et un individu en transit a été vu le 30 mai 2022 dans la zone prairiale à l'ouest (Tableau 14 ; Figure 62).

Tableau 14 - Mammifères observés sur le site © ARP-Astrance 2022

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Protection nationale	Liste rouge des mammifères de France	Liste rouge des mammifères de Haute-Normandie
Chat domestique	*Felis silvestris catus*		NE	NE
Hérisson d'Europe	*Erinaceus europaeus*	**X**	LC	LC

Le **Hérisson d'Europe** est une espèce présente en Europe de l'Ouest et se retrouve dans des habitats très variés. En ville, il fréquente les jardins pour y trouver de la nourriture. Le Hérisson d'Europe est une espèce protégée à l'échelle nationale qui utilise les tas de bois mort notamment comme zone refuge et les espaces ouverts comme zone de nourrissage. Deux tas de bois mort ont été observés en 2020 et à nouveau en 2022 (Figure 63). Le bois mort et la localisation de l'observation de la portée de Hérisson d'Europe sont placés sur la Figure 64.

Figure 62 : Portée de Hérisson d'Europe sur le site © ARP-Astrance juin 2021

Figure 63 : Tas de bois mort sur le site © ARP-Astrance septembre 2020

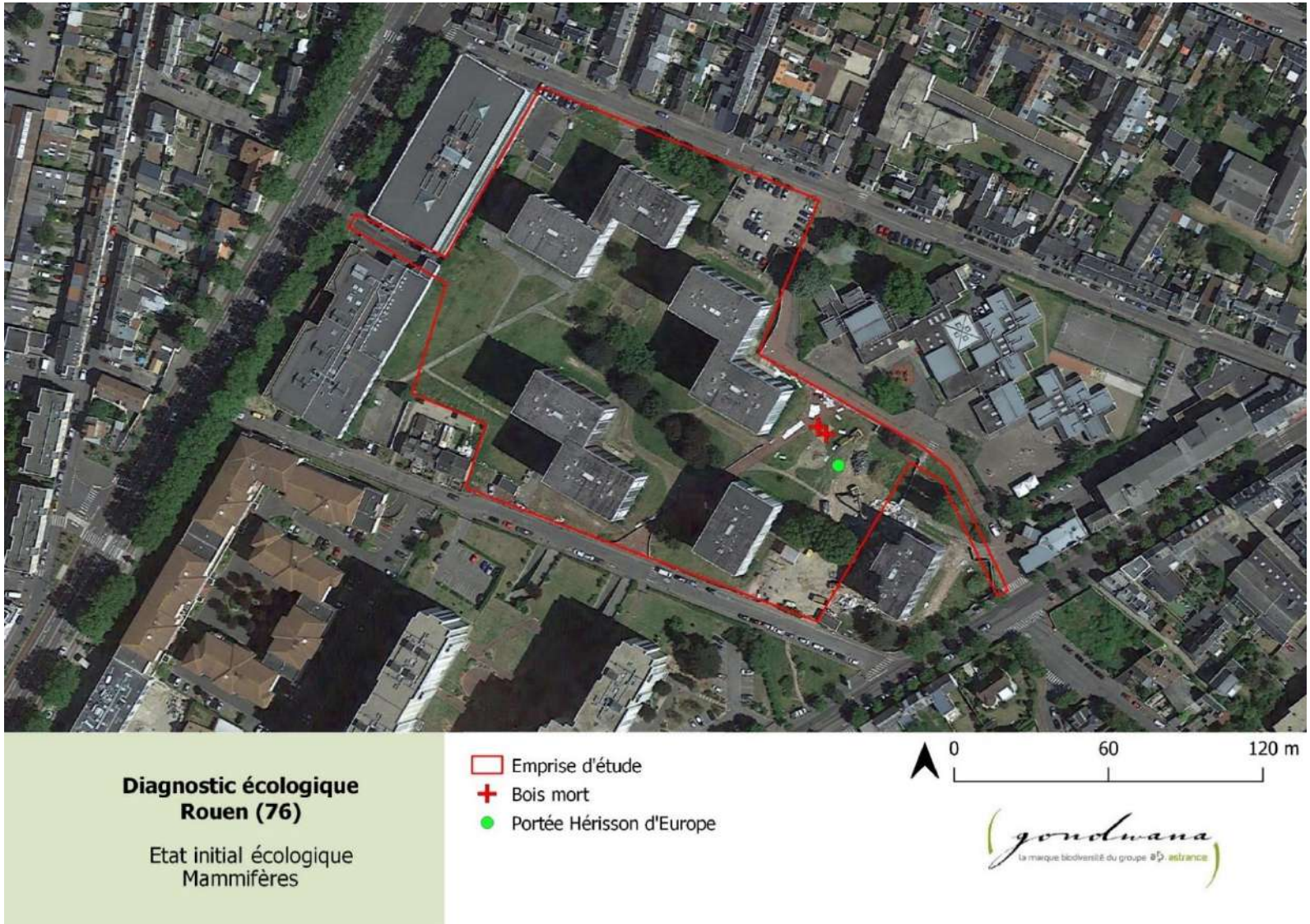


Figure 64 : Localisation de la portée de Hérisson d'Europe observée au printemps 2021 et des tas de bois morts observés en février 2022
© ARP-Astrance 2022

Herpétofaune

Aucun amphibien n'a été recensé sur le site. Celui-ci ne comporte pas de pièces d'eau ou autres milieux humides favorables à la phase de reproduction de ce groupe d'espèces.

Aucune espèce de reptile n'a été observée sur la zone d'étude lors de la visite de terrain. Les potentialités d'accueil du site pour ce taxon sont modérées. En effet, la présence de murets, de rochers, de tôles ondulées au sol et de tas de bois mort en milieu ouvert sont autant de micro-habitats qui peuvent être utilisés par les Lézards (Figure 65). Ces habitats ont été localisés sur la Figure 66.

Figure 65 : Tôle ondulée et pierrier sur le sol © ARP-Astrance février 2022

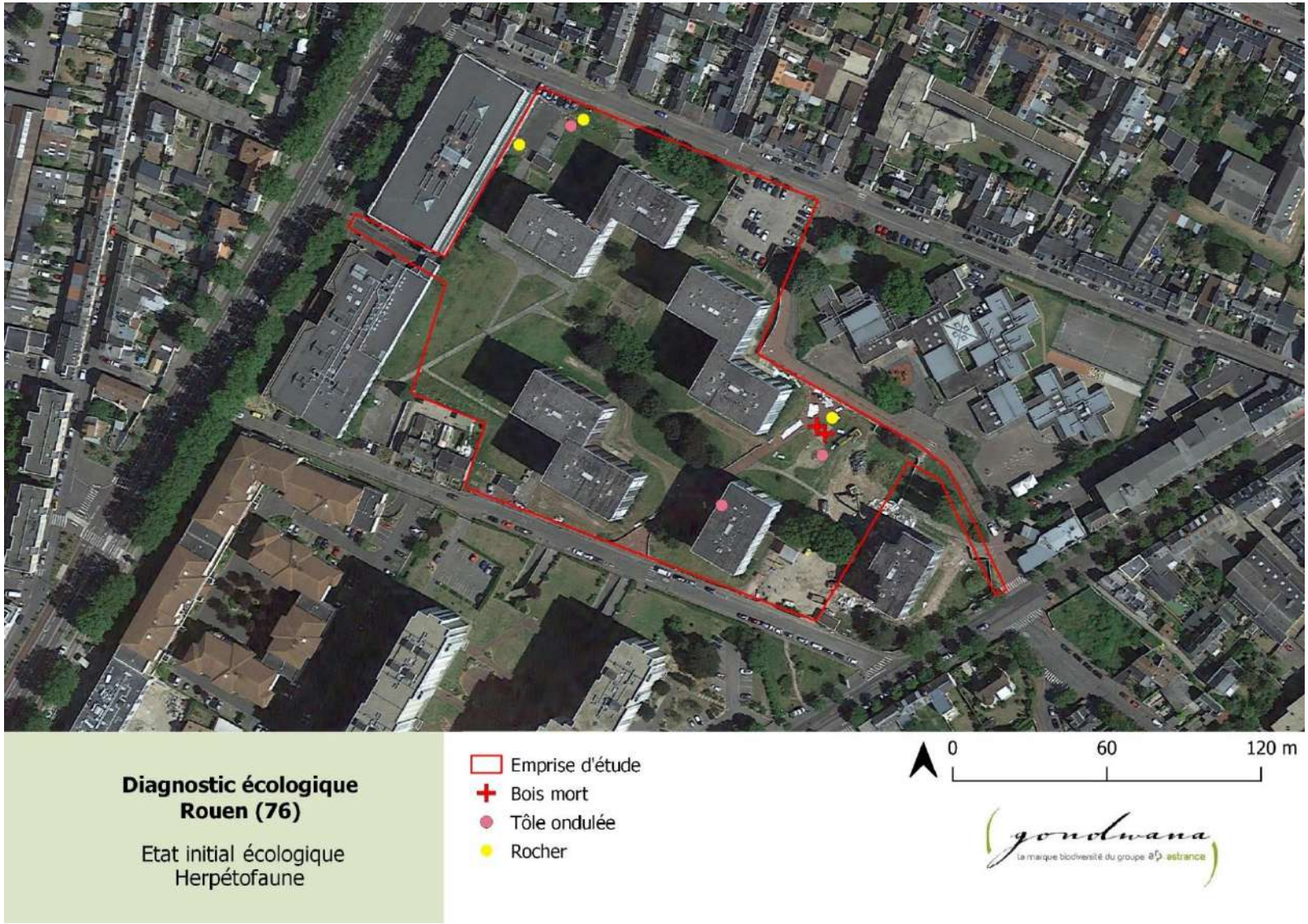


Figure 66 : Habitats favorables au développement des reptiles © ARP-Astrance 2022

5. ANALYSES DES ENJEUX FLORISTIQUES ET FAUNISTIQUES

5.1 Enjeux habitats et flore

Aucun habitat remarquable ou protégé n'a été recensé lors des inventaires. **Aucun habitat caractéristique de zones humides** n'a été observé. **Aucune espèce floristique protégée ou inscrite sur la Liste rouge des plantes vasculaires** de la région Normandie n'a été recensée lors des inventaires.

Toutefois, **quatre espèces végétales** inventoriées sur la zone d'étude sont **rares** en Normandie : la Stramoine commune (*Datura stramonium*), la Nigelle de Damas (*Nigella damascena*), le Torilis noueux (*Torilis nodosa*) et l'Anthrisque des dunes (*Anthriscus caucalis*). En raison du nombre d'individus observés et du caractère commun voire horticole de ces espèces en région Normandie, le site représente une importance faible pour la conservation de ces espèces.

Deux espèces de la flore patrimoniale mais non protégées ont également été observées sur le site : l'Orphys abeille (*Ophrys apifera*) et l'Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*). Ces deux dernières espèces se développent en abondance principalement sur la prairie à l'ouest du site d'étude. De nombreux pieds y ont été observés.

La zone d'étude est composée d'espaces verts d'accompagnement d'habitations à l'origine soumis à une importante pression de gestion. Toutefois, le site n'est plus accessible aux usagers et il n'y a plus de résidents dans les habitations. La gestion du site est dès lors moins intense ce qui permet le développement d'espèces spontanées et invasives.

En effet, **huit espèces invasives** ont été recensées sur le site : l'Ailante glutineux (*Ailanthus altissima*), la Renouée du Japon (*Fallopia japonica*), le Buddleia du père David (*Buddleja davidii*), la Vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*), le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*), le Paulownia (*Paulownia tomentosa)*, le Mahonia faux-houx (*Mahonia aquifolium*) et le Laurier cerise (*Prunus laurocerasus*).

La Figure 67 présente la cartographie des enjeux sur le site. Les **surfaces minérales** (chemins, voie de circulation, parking) ont été classées comme **enjeu écologique nul**. En effet, ces surfaces ne sont pas propices au développement de la faune et la flore.

La **prairie du site**, les **zones rudérales et les haies persistantes**, sauf celle au sud, ont été classées à enjeu **faible**. En effet, les zones rudérales abritent un cortège floristique très commun, peu divers et envahi par les espèces invasives. Les haies persistantes ne sont pas suffisamment développées pour accueillir la faune. De plus, ces haies ne sont pas diversifiées et sont principalement composées d'espèces horticoles, peu favorables pour les espèces faunistiques et floristiques indigènes.

La prairie du site a été classée en **enjeu faible à modéré**. Les prairies abritent un cortège floristique intéressant écologiquement. Cet habitat est favorable à la faune notamment à l'entomofaune qui y trouve refuge et de la nourriture. De plus, une partie des prairies sont composées de stations d'Orchidées. Ces espèces se développent spontanément dans un milieu et elles sont indicatrices de biodiversité. Leur présence permet le développement d'autres espèces associées comme des Lépidoptères.

Le groupement d'arbustes extensif d'Albizia sp a été classé en **enjeu faible à modéré**. En effet, la strate arbustive, bien qu'horticole, permet d'accueillir la faune et de la nourrir. Toutefois, ces arbustes ne sont pas assez proches pour créer un massif arbustif avec un fort potentiel d'accueil de la biodiversité. Les arbustes étant dispersés, ils ne peuvent pas être utilisés par la faune comme zone refuge. Toutefois, certains arbustes sont recouverts de Lierre grimpant et peuvent donc permettre le refuge de certaines espèces comme l'entomofaune.

La haie champêtre et la haie persistante au sud du site ont été classées en **enjeu modéré**. En effet, la haie champêtre est constituée d'espèces indigènes. La haie persistante au sud est dense et permet le refuge de la faune tout comme la haie champêtre. Ces deux haies ne sont pas classées en enjeu fort puisqu'elles ne sont pas diverses car constituées d'un mélange de deux ou trois espèces seulement.

L'alignement d'arbres et les groupements d'arbres ont été classés en **enjeu fort** puisqu'ils peuvent être utilisés comme véritable refuge pour la faune. La strate arborée sert de zone de nidification pour l'avifaune mais également de zone refuge pour la faune en général. La strate arborée du site est composée d'essences de feuillus et d'essences d'épineux ce qui favorisent l'installation d'espèces diverses notamment des espèces d'oiseaux différentes comme la Mésange huppée (*Lophophanes cristatus*) qui est étroitement liée aux conifères ou la Mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*) qui a une préférence pour les feuillus.

Les principaux bâtiments de la zone bâtie du site ont été classés en **enjeu modéré**. En effet, certains espèces d'oiseaux, comme par exemple, le Rougequeue noir et le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) utilisent respectivement le bâti comme site de reproduction et site de nourrissage et de repos.
Une colonie de Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) a été identifiée sur **un bâtiment au nord** du site qui a été classé en **enjeu fort**.

Les autres bâtiments ont été classés en **enjeu nul** car ils ne permettent pas l'accueil de la biodiversité.

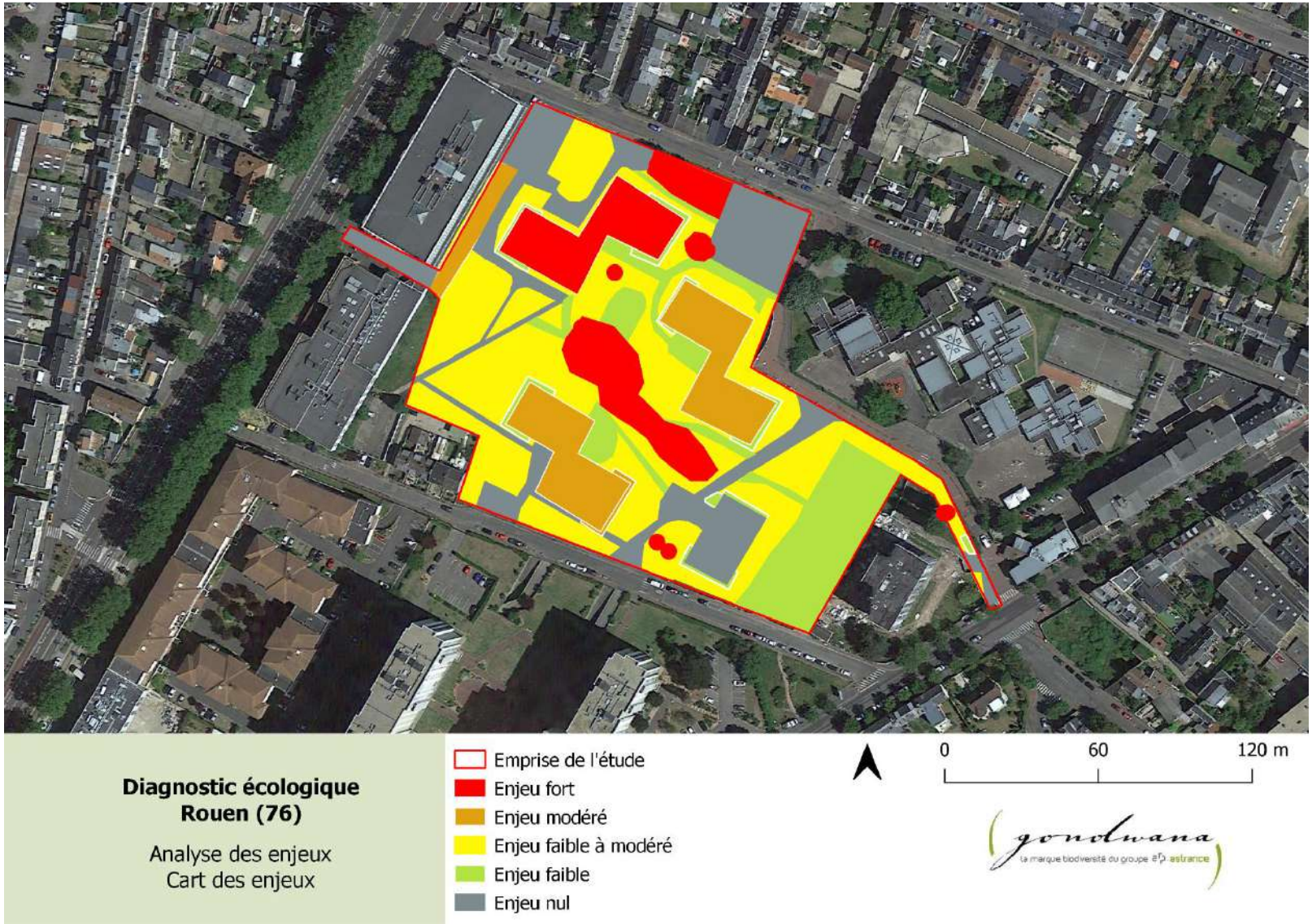


Figure 67 : Cartographie des enjeux du site © ARP-Astrance 2022

Synthèse : Au regard des espèces présentes sur le site les **enjeux sont faibles à modérés**. Le projet, en l'état, a un impact faible à modéré sur les stations floristiques et les habitats favorables à la faune et la flore.

5.2 Enjeux avifaune

Le site abrite une diversité en espèce avifaunistique moyenne avec au total **20 espèces observées**. Parmi ces espèces, **13 sont protégées** sur l'ensemble du territoire par l'arrêté du 29 Octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés et les modalités de leur protection.
La plupart des espèces contactées sur le site ont été repérées sur le patrimoine arboré ou qui sont favorables à la nidification des oiseaux. Les espèces observées sur le site sont toutes des espèces communes des milieux urbains ou forestiers.

Trois espèces utilisent préférentiellement le bâti pour nidifier. Il s'agit du Rougequeue noir (*Phoenicurus ochruros*), du Pigeon biset (*Columba livia*) et du Pigeon ramier (*Columba palumbus*). Elles sont nicheuses sur le site. Le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) quant à lui l'utilise comme zone de repos.

La majorité de ces espèces sont classées comme préoccupation mineure sur la liste rouge régionale des oiseaux nicheurs. **Quatre espèces** sont **quasi-menacées** (« NT ») à l'échelle nationale : le Faucon crécerelle, le Goéland argenté, le Martinet noir et la Mouette rieuse. **Deux espèces** sont également **quasi-menacée** à l'échelle de la Normandie : le Faucon crécerelle et la Mésange huppée.

Synthèse : les **enjeux** relatifs à l'avifaune sont **modérés à forts** sur le site.

5.3 Enjeux entomofaune

Cinq espèces de Rhopalocères, deux de Coléoptères et une espèce d'Orthoptères ont été recensées sur l'emprise du projet. Ces espèces sont communes au niveau régional et ne font l'objet d'aucune mesure de protection réglementaire.

Synthèse : les **enjeux** relatifs à l'entomofaune sont **faibles** sur le site.

5.4 Enjeux chiroptères

Les habitats ouverts constituent des **zones de chasse et des couloirs de déplacement** pour les chauves-souris principalement de la Pipistrelle commune et de la Pipistrelle de Kuhl. La Pipistrelle commune est une espèce de chauves-souris commune mais néanmoins menacée.

Aucun chiroptère n'a été observée lors des inventaires hivernaux, cependant n'ayant pas pu prospecter les bâtiments **il n'y a aucune certitude quant à l'absence de gite hivernal**.

En revanche, le bâti étant inaccessible, il a été difficile d'avoir une vision exhaustive du nombre et des espèces pouvant s'y trouver. Le protocole mis en place en mai 2022 a toutefois permis d'identifier un bâtiment à enjeu (Nord) au sein duquel une colonie de **parturition de Pipistrelle commune** a pu être identifié.

Synthèse : les **enjeux** relatifs aux chiroptères sont **forts** sur le site.

Nota Bene :
De par ses caractéristiques (bâtiment amiantés), le bâti actuel ne pourra être conservé au sein du projet. Celui-ci entraînera donc la destruction des gîtes et cavités actuellement occupées par quelques individus isolés et par une colonie de parturition de Pipistrelle commune dont l'effectif a pu être estimée à 20 individus à minima.

De par ce fait, le projet entraîne des atteintes inévitables à un milieu qui, bien que d'origine artificielle, permet l'accomplissement d'une partie du cycle biologique des espèces. A l'aide d'une séquence E.R.C. adaptée, il sera possible d'éviter les potentiels impacts de destruction d'individus. Néanmoins, le projet entraînera des perturbations d'espèces protégées et la destruction d'un habitat de reproduction (gîte de mise bas et d'élevage des jeunes).

L'article L. 411-1 du CE précise que :

> *« Lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation des sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits :*
>
> *1° La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat,*
> *2° La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur*

utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel,
3° La destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales,
4° La destruction, l'altération ou la dégradation des sites d'intérêt géologique, notamment les cavités souterraines naturelles ou artificielles, ainsi que le prélèvement, la destruction ou la dégradation de fossiles, minéraux et concrétions présents sur ces sites... »

De par ce fait, ***la réalisation du projet est soumise à l'obtention d'une dérogation*** *à l'atteinte aux espèces protégées.*

Cette dérogation devra être obtenue au préalable de toute opération de démolition et devra préciser dans leur ensemble les mesures d'évitement, de réduction et de compensation qui permettront de ne pas nuire à l'état de conservation locale des espèces impactées, plus particulièrement la Pipistrelle commune mais également les autres espèces dont des individus isolés sont susceptibles de trouver refuge en périodes estivales et printanières ou en période de léthargie hivernale.

5.5 Enjeux mammifères (hors chiroptères)

Le **Hérisson d'Europe**, espèce protégée à l'échelle nationale dans l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection, a été observé sur le site. Celle-ci n'utilise pas seulement le site comme une zone de déplacement puisque la femelle observée a eu une portée. Le Hérisson d'Europe utilise le site non seulement pour se nourrir mais également pour se reproduire. Les habitats utilisés par cette espèce sont susceptibles de disparaître avec le projet.

Synthèse : les **enjeux** relatifs aux mammifères sont **modérés** sur le site.

5.6 Enjeux herpétofaune

Aucun amphibien ou reptile n'a été observé sur l'emprise du projet lors de la visite du site. Néanmoins, des habitats sur le site sont propices à leur développement. Au vu de l'enjeu du site pour ce taxon, le projet n'engendrera pas d'impact significatif.

Synthèse : les **enjeux** relatifs aux amphibiens et aux reptiles sont **faibles** sur le site.

6. IMPACT DU PROJET SUR LES ENJEUX PRESENTS A L'ETAT INITIAL

Le présent chapitre vise à synthétiser les impacts du projet, au vu des enjeux et impacts identifiés précédemment.

L'analyse de ces impacts précède la définition des mesures visant à éviter, réduire et compenser (séquence ERC) les effets négatifs du projet sur l'environnement et la biodiversité.

6.1 Impacts du projet sur la faune, la flore et les habitats

Le Tableau 15 vise à quantifier et à synthétiser les impacts temporaires et permanents, produits en phase chantier et en phase d'exploitation du projet sur la faune, la flore et les habitats présents à l'état initial (Figure 68) au regard du plan masse du projet (Figure 69). Il rappelle également les enjeux liés identifiés précédemment.

Figure 68 : Vue aérienne de la zone d'étude © Géoportail

Figure 69 : Plan masse du projet © Altarea Cogedim

Tableau 15 - Synthèse des impacts temporaires et permanents, en phase chantier et en phase d'exploitation, du projet sur la biodiversité, ARP-Astrance 2022

CATEGORIE	Hiérarchisation des enjeux	Impacts en phase chantier		Impacts en phase d'exploitation	
		Nature et analyse des impacts temporaires	Quantification	Nature et analyse des impacts permanents	Quantification
Zones d'intérêts écologiques réglementaires	**Faible**	Un Parc Naturel Régional (PNR) et une Natura 2000 – Directive « Habitats » sont présentes à respectivement 3,9 et 4,9 km du site. Aucun habitat d'intérêt communautaire n'a été recensé sur la zone d'étude. Compte tenu du contexte majoritairement urbain, il est peu probable qu'il ait des interactions entre ces milieux et la zone d'étude. La phase de chantier est peu susceptible d'occasionner des impacts directs significatifs sur les zonages considérés. Lors de la phase chantier, il conviendra toutefois de maintenir une continuité favorable au déplacement des chiroptères qui exploitent le site comme lieu de transit et/ou territoire de chasse.	**Impact négligeable à nul**	Les aménagements n'engendreront pas de perturbation permanente des zonages d'intérêts écologiques présents aux environs du site d'étude.	**Impact négligeable à nul**
Zones d'intérêts écologiques patrimoniaux	**Modéré**	14 ZNIEFF continentales de type I et II sont présentes dans un rayon de 5 km autour du site. La zone la plus proche est localisée à 2,6 km. Il s'agit de la ZNIEFF La côte de Saint-Catherine. Ces zonages ne sont pas concernés de façon directe (travaux in situ) ou indirecte (stockage des matériaux, circulation et stationnement des engins et véhicules) par les impacts du projet en phase chantier. La présence de milieux ouverts sur le site, de boisements mais également de bâtiments délaissés depuis plusieurs années font du site un lieu favorable au transit de la faune d'une zone naturelle à une autre, notamment pour des espèces mobiles (avifaune, chiroptères). Toutefois, la distance par rapport au site projet et la nature des travaux n'engendreront pas d'incidences significatives sur les habitats, la flore et la faune des zones d'intérêts écologiques patrimoniales.	**Impact faible**	Les aménagements n'engendreront aucune perturbation permanente des zonages d'intérêts écologiques présents aux environs du site d'étude.	**Impact faible**
Schéma Régional de Cohérence Ecologique	**Faible**	Le site se trouve dans un tissu urbain dense ne faisant pas l'objet d'objectifs de préservation et/ou de restauration inscrits au SRCE.	**Impact négligeable à nul**	Le site ne fait pas l'objet d'objectifs de préservation et/ou de restauration du SRCE. Néanmoins, le projet conservera des zones végétalisées contribuant au renforcement des continuités écologiques locales (TVB)	**Impact négligeable à nul**
Habitats	**Faible**	**Destruction d'arbres** favorables à l'accomplissement du cycle biologique de la faune dans le cas d'abattages et d'élagages éventuels **Diminution de la surface des prairies**. **Pollutions** temporaires ou permanentes.	**Impact modéré**	La mise en place d'un projet paysager en faveur de la biodiversité et d'une gestion écologique des espaces verts permettra l'expression d'une flore spontanée diversifiée. Les surfaces végétalisées représenteront néanmoins une emprise réduite vis-à-vis des surfaces recensées sur le site dans son état initial. Cependant, le projet prévoit de conserver la majeure partie de la strate arborée du site. Le groupement d'arbres au centre de la zone d'étude sera préservé afin d'y installer un square au cœur de la nouvelle résidence.	**Impact modéré**
Zones humides	**Nul**	Aucune zone humide ou habitat caractéristique des zones humide n'a été observé sur le site. Le projet n'aura aucun impact sur les zones humides.	**Impact nul**	Aucune zone humide ou habitat caractéristique des zones humide n'a été observé sur le site. Le projet n'aura aucun impact sur les zones humides.	**Impact nul**
Espèces végétales	**Faible**	Aucune espèce protégée n'a été recensée. Les espèces végétales observées sont faiblement diversifiées. Le projet entraînera la **destruction d'une grande partie des stations d'espèces végétales** communes et non menacées.	**Impact faible**	La mise en place de pratiques de gestion écologiques permettra l'expression de la flore spontanée du site et la diversification des cortèges de végétation.	**Impact négligeable à nul**

CATEGORIE	Hiérarchisation des enjeux	Impacts en phase chantier		Impacts en phase d'exploitation	
		Nature et analyse des impacts temporaires	Quantification	Nature et analyse des impacts permanents	Quantification
	Faible	**Station d'orchidées :** Le projet entrainera la destruction d'une partie des stations **d'Orchidées à l'ouest du site.** Ces espèces sont favorables à la présence d'autres espèces et sont donc indicatrices de biodiversité.	Impact modéré	**Station d'orchidées :** Les travaux peuvent avoir une incidence permanente sur les stations d'Orchidées du site, Ophrys abeille et l'Orchis pyramidal. Sans mesures spécifiques, elles pourront difficilement se maintenir et se développer sur le site d'étude.	Impact modéré
Espèces végétales invasives	Fort	Le projet peut entraîner la dissémination de ces espèces durant les travaux si aucune mesure n'est prise.	Impact fort	Le projet peut entraîner la dissémination de ces espèces durant les travaux et par conséquent leur développement en phase d'exploitation, si aucune mesure n'est prise.	Impact fort
Avifaune	Modéré à fort	**Risque de destruction d'individus** en l'absence d'un phasage des travaux adapté. **Abattage/élagage d'arbres matures :** zone de nidification et d'hivernage de l'avifaune. **Perturbation d'espèces protégées** par les nuisances provoquées par le chantier. **Destruction de l'habitat d'espèces protégée** (bâti pour les Rougequeues noirs).	Impact fort	Le projet prévoit la conservation d'une zone arborée centrale et d'une zone de prairie.	Impact modéré
Entomofaune	Faible	**Destruction d'individus** (adultes, larves, pontes). **Destruction d'habitats de reproduction, de zones d'alimentation et d'individus** d'espèces communes.	Impact faible	Le projet paysager permet de maintenir une zone de prairie favorable à la recolonisation de ces espaces par les espèces recensées sur le site dans son état initial.	Impact faible
Amphibiens	Faible à nul	Aucune espèce d'amphibien n'a été recensée.	Impact négligeable à nul	Aucune espèce d'amphibien n'a été recensée.	Impact négligeable à nul
Reptiles	Faible à nul	Aucune espèce de reptile n'a été recensée malgré la présence d'habitats favorables.	Impact faible	Aucune espèce de reptile n'a été recensé sur la zone d'étude.	Impact négligeable à nul
Mammifères (Hors-chiroptères)	Modéré	**Destruction de l'habitat d'une femelle d'Hérisson d'Europe** (tas de bois mort à l'est du site). **Perturbation des espèces protégées, notamment le Hérisson d'Europe recensé au printemps 2021, en phase chantier :** passages des engins, nuisances visuelles et sonores.	Impact fort	**Perturbations d'individus d'espèces protégées** causées par **l'augmentation de l'attractivité et de la fréquentation** du site provoquant des **nuisances sonores** (véhicules, etc.), mais également une plus forte **pollution lumineuse** locale due à l'augmentation de l'éclairage nocturne. Des habitats favorables seront recréés (prairie, strate arborée en partie conservée). Le Hérisson d'Europe étant une espèce relativement mobile, pourra ainsi, rejoindre la nouvelle zone refuge créée sur le site.	Impact faible
Chiroptères	Fort	**Risque de destruction d'individus** en l'absence d'un phasage des travaux adapté. **Perturbation d'espèces protégées** par les nuisances provoquées par le chantier. **Destruction de l'habitat d'espèces protégée** (bâti pour les Pipistrelles communes).	Impact fort	Le projet en tant que tel ne permettra pas la nidification des chauves-souris. Des mesures devront être impérativement prises.	Impact fort

7. MESURES DE LA SEQUENCE ERC A METTRE EN OEUVRE

La séquence ERC « Eviter, Réduire, Compenser » vise à mettre en œuvre des mesures pour maîtriser les atteintes à l'environnement.

Ce triptyque repose sur trois étapes consécutives, par ordre de priorité :

1. L'évitement des impacts en amont du projet ;
2. La réduction des impacts durant le projet ;
3. La compensation des impacts résiduels.

A ce jour, la séquence ERC a été développée suite à l'analyse écologique basée sur 3 inventaires. L'objectif est bien d'anticiper le plus en amont possible la prise en compte des enjeux faune, flore et habitat, c'est-à-dire dès la phase de conception du projet, afin de les intégrer et de les valoriser sur le site projet.

7.1 Synthèse des mesures à mettre en place

Tableau 16 - Détail des mesures ERC sur le site à Rouen © ARP-Astrance 2022

Type de mesure	ID	Descriptif de la mesure
Mesures d'évitement	ME1	Mise en défens des zones à conserver
	ME2	Phasage des travaux en dehors des périodes sensibles pour la biodiversité
	ME3	Pose de gîtes à chiroptères au sol
	ME4	Recherche de gîtes favorables à proximité du site
	ME5	Gestion de l'Ailante glanduleux, du Buddleia du père David et de la Renouée du Japon (EVEE) en amont de la phase chantier
Mesures de réduction	MR1	Choix d'essences locales et favorables à la biodiversité
	MR2	Installation de prairies à haute valeur écologique
	MR3	Plantation de haies arbustives indigènes

Type de mesure	ID	Descriptif de la mesure
Mesures de réduction	**MR4**	Plantation d'arbres pour enrichir la strate arborée
	MR5	Mise en place d'une gestion écologique
	MR6	Mise en place un schéma d'éclairage raisonné
	MR7	Lutte contre les espèces exotiques envahissantes (EEE)
	MR8	Garder le site perméable à la faune : installer des clôtures ouvertes
Mesures compensatoires	*Des mesures de compensation sont nécessaires pour répondre à l'incidence du projet sur la colonie de Chiroptères présente dans le bâti.* *Ces mesures seront reprises et développées au sein du dossier de dérogation.*	
	MC1	Création de biotopes pour l'accueil de colonies de Chiroptères dans les combles
	MC2	Création de biotopes pour l'accueil des Chiroptères sur le site
	MC3	Création de biotopes artificiels pour les espèces faunistiques
	MC4	Renforcement du caractère écologique du parc central
Mesures d'accompagnement	**MA1**	Suivi des travaux par un.e écologue
	MA2	Suivi à la livraison du projet : vérification de la bonne mise en place des aménagements pour la faune
	MA3	Suivi N+3, N+6 et N+10 sur le site pour vérifier la fonctionnalité des aménagements installés

7.2 Mesures d'évitement

ME 1 : Mise en défens des zones à conserver

Afin d'éviter tout dégât sur les espaces végétalisés conservés dans le projet qui pourront maintenir, pendant toute la durée des travaux, leur rôle support pour la faune et leur rôle plus global dans les continuités écologiques locales, une mise en défens de ces secteurs sera réalisée. L'objectif de cette action est d'éviter tout débordement de chantier (circulation d'engins, dépôts de matériaux, rejet de polluants, d'eaux usées, mise en suspension de matières, etc.).

Figure 70 : Zones à conserver et à baliser ©ARP-Astrance 2022

Cette mesure consistera en un balisage complet des zones à conserver (Figure 70 ; Figure 71) :

- Groupement d'arbres au centre et au nord du site ;
- Haie champêtre à l'ouest du site.

Ces mesures seront intégrées au sein des documents de consultation des entreprises et devront être mises en œuvre sur le chantier.

Figure 71 : Zones à conserver dans le projet © ARP-Astrance 2022

Cette mesure consistera également en la mise en place d'un plan de circulation de chantier adapté, et à la mise en place ponctuelle, sur les linéaires de protection (tous les 50 à 100m), d'un panneau de signalisation portant des inscriptions de type « Circulation et dépôts de matériaux interdits ».

Méthode : Pour réaliser ces balisages, un grillage plastique de chantier orange, des barrières de chantier ou autres clôtures à mailles larges adaptées (Figure 72 ; Figure 73) pourront être utilisés en évitant l'usage de mailles fines type « grillage à poule » pouvant empêcher le passage de la petite faune, voire lui occasionner des blessures. **Ce balisage devra être réalisé avant les premières opérations et conservé durant toute la durée du chantier.**

- Prévoir une distance de 8,00 m par rapport aux voiries lourdes, aux bâtiments projetés (nouvelles constructions). À l'intérieur de ce périmètre, avec une pente d'excavation de 1:1, un arbre mature subirait des dommages importants à son système racinaire d'ancrage, ce qui compromettrait alors sa stabilité ;

- Les infrastructures en surface (ex. : trottoir, voirie piétonne légère) pourront être implantées à minimum 4.00 m de distance de l'arbre mature.

Dans le cadre de l'application de règlementation relative aux risques d'incendies, il conviendra d'implanter le bâti afin de garantir :

- L'accès aux façades pour les échelles aériennes, (pour les bâtiments assujettis) ;
- L'accès aux aires de mise en œuvre du matériel des sapeurs-pompiers,
- L'accès aux points d'eau incendie. Cela impose le contrôle de la croissance des arbres et de leur élagage périodique, comme prévu par la réglementation en vigueur.

Hors cas particulier, il conviendra d'éviter toute coupe ou élagage drastique : si des branches sont jugées gênantes ou dangereuses, une taille préventive doit être effectuée par une entreprise spécialisée dans les soins aux arbres avant le début des travaux et en période favorable (hiver pour les arbres sans cavités).

Par ailleurs l'implantation du bâti à proximité du couvert arboré devra tendre à éviter les effets venturi en veillant à éviter les goulets d'étranglements, particulièrement sous les vents dominants (ouest).

Figure 72 : Balisage d'arbres à conserver sur un chantier d'Île-de-France © ARP-Astrance 2021

Figure 73 : Balisage de zones arborées à conserver sur un chantier d'Île-de-France
© ARP-Astrance 2021

ME 2 : Phasage des travaux en dehors des périodes sensibles pour la biodiversité

Défrichement et terrassement

Afin d'éviter les risques de destruction d'espèces protégées nichant au sol et dans la strate arborée ainsi qu'arbustive ou l'échec de nidification des passereaux, pour chaque phase de travaux, les travaux auront lieu en période de faible sensibilité écologique (Tableau 17). Ainsi, le planning d'intervention des entreprises travaux devra chercher à être phasé sur ces périodes.

Ceci permettra de neutraliser les potentialités d'installation d'espèces protégées sur les emprises chantiers, et, par extension, les risques de destruction d'individus d'espèces protégées lors des travaux.

Tableau 17 - Synthèse des périodes favorables et défavorables aux opérations de défrichement par groupe taxonomique, ARP-Astrance 2022

Enjeux	J		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
Flore																								
Avifaune																								
Entomofaune																								
Herpétofaune																								
Mammifères																								
Chiroptères																								

Période proscrite
Période sensible pendant laquelle certaines précautions peuvent être prises
Période favorable aux travaux

Au vu des enjeux du site, ARP-Astrance préconise une fenêtre d'intervention de trois mois et demi, entre mi-août et novembre pour la réalisation des travaux de défrichement. Les travaux de terrassement s'étalant sur environ une année, devront commencer à cette période également.

Démolition des bâtiments

Un enjeu relatif à la nidification d'une colonie de Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*) a été identifié au sein d'un bâtiment central du site. Un enjeu relatif à la nidification de certaines espèces d'oiseaux anthropophiles a également pu être observé. Du fait de la présence de l'amiante dans les bâtiments du site, les travaux de démolition se feront sur une durée d'un an et demi. Un phasage de démolition doit être mis en place afin de limiter les incidences du projet sur la colonie.

ARP-Astrance propose le phasage suivant :

- Avant le bâchage des bâtiments, vérification des bâtiments par un.e écologue habilité.e « Amiante » ;
- Bâchage des bâtiments sur la période la moins sensible pour les chiroptères et l'avifaune, c'est-à-dire de préférence entre septembre et novembre ou à défaut fin février début mars (au tout début du printemps). Si cela n'est pas possible pour l'ensemble des bâtiments, il faudra privilégier le bâchage du bâtiment concerné par le gîte de Pipistrelle commune au nord du site à la période la plus favorable, comme précisé précédemment ;
  NB : Dans le cas où le bâchage des bâtiments n'est pas possible sur la période la moins sensible, prévoir une opération de vérification de présence des chiroptères par un.e écologue. Si les chiroptères sont présents, l'écologue muni de son autorisation de déplacement d'espèces protégées, sera en charge de déplacer les chiroptères et de les faire sortir du bâti suivant un protocole défini et validée par les services de l'Etat ;
- Avant la démolition, une personne habilitée « Amiante », sans forcément être écologue mais qui a la capacité de repérer les traces de guano et les individus, sera en charge de vérifier à la fois les traces de présence de ces espèces dans les bâtiments bâchés, ainsi que le bon état des bâches ;
- En parallèle, la construction des hôtels à chiroptères / gîtes de substitution pour les espèces de Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl devra avoir lieu, afin de proposer des gîtes alternatifs tout au long de la période de chantier (cf. Mesure ME3).

ME 3 : Pose de gîtes à chiroptères au sol

Deux hôtels à chiroptères permettant l'accueil de la Pipistrelle commune et Pipistrelle de Kuhl (Figure 74) seront installés au plus près du gite actuel et dans une zone où les travaux de chantier créeront le moins de dérangement possible. Leur implantation sera revue avec l'écologue en charge de la mission du suivi des travaux et validée par les services de l'Etat.

Ces abris seront laissés sur le site si ces gîtes sont exploités par les chiroptères.

Figure 74 : Hôtel à chiroptères © Groupe Mammalogique Breton

ME 4 : Recherche de gîtes favorables à proximité du site

Des recherches de gîtes favorables à proximité du site sont en cours avec Rouen Habitat et Altarea Cogedim afin de permettre aux chiroptères de trouver des gîtes de remplacement lors de la phase travaux.

Pour rappel, les gîtes des chiroptères sont variables. Les exigences écologiques déterminent le type de gîte occupé au fil des saisons. Le groupe Mammalogique Breton a identifié les différents lieux où des chiroptères peuvent être retrouvés (Figure 75) :

	Eté	Hiver
les suspendues	grands combles chauds, sous ardoise, ou dans les grandes cheminées inutilisées, avec accès de plein vol (minimum : 40x15 cm)	souterrains et mines, caves bien obscures humides et tranquilles, avec un accès de plein vol (minimum : 40x15 cm)
les opportunistes	dans les toits : entre ardoise et laine de verre, ou dans la charpente, derrière les bardages ou les volets...	dans des fissures de mur, dans les boiseries, derrière les bardages intérieurs...
les fissuricoles	fissures de dimensions diverses dans les ponts ou les murs exposés au sud (disjointoiements, trous, etc.), ou interstices dans la charpente.	fissures d'arbres ou de maçonnerie profondes et bien isolées du froid, en cas de grands froids dans les sites souterrains sans risque de gel
les arboricoles	cavités d'arbres : fissures, fentes, trous de pics abandonnés, écorces décollées... interstices des boiseries (poutres, linteaux...) en contexte bâti	fissures d'arbres profondes et bien isolées du froid, en cas de grands froids dans les sites souterrains sans risque de gel

Figure 75 : Lieux où retrouver les chiroptères en fonction de la saison et des espèces © Groupe Mammologique Breton

Les espaces avec les caractéristiques préalablement définies seront à prioriser dans la recherche de gîtes à proximité du site. Des visites de ces potentiels gîtes seront effectuées par un.e écologue pour vérifier s'ils sont favorables à la présence de chiroptères en amont du chantier.

NB : Cette mesure est conditionnée par un certain nombre de facteurs dont notamment l'accord du propriétaire/gestionnaire du bâti ayant été identifié comme favorable et sa proximité avec le projet.

ME 5 : Gestion de l'Ailante glanduleux, du Buddleia du père David et de la Renouée du Japon (EVEE) en amont de la phase chantier

L'Ailante glutineux peut provoquer des modifications phytosociologiques et paysagères du fait des substances allélopathiques qu'il produit qui inhibent la croissance des autres espèces présentes et favorise la formation de peuplements monospécifiques denses. La présence de l'Ailante glanduleux à proximité des milieux naturels est une menace pour le maintien des communautés végétales indigènes en place.
Le **Buddleia du père David** colonise des milieux remaniés avant les espèces pionnières locales. Il implique la régression des communautés locale notamment à cause de la concurrence et l'inhibition de la croissance.
La **Renouée du Japon** est très compétitive et possède une croissance rapide. Elle est capable de former des peuplements denses qui ont un effet négatif sur les écosystèmes (réduction de la biodiversité, perturbation des écosystèmes tels que forestiers, diminution des prédateurs). L'éradication totale de cette espèce n'est pas envisageable. Un maintien des populations sera à prévoir.

Des moyens de lutte pour gérer ces trois espèces en amont de la phase chantier sont évoqués dans le Tableau 18.

Tableau 18 - Moyen de lutte des EEE avant le chantier © ARP-Astrance 2022

Espèces	Moyen de lutte
Ailante glanduleux	Arrachage manuel ou mécanique (fauche) Export des résidus vers une décharge adaptée Arracher manuellement les rejets plusieurs fois par an (5 à 6 fois) pendant la période de végétation et pendant plusieurs années (au moins 5 ans) jusqu'à l'éradication complète de l'espèce Coupes et fauches à réaliser avant la période de fructification (fin printemps et début d'été)
Buddleia du père David	Arrachage manuel des jeunes plants en enlevant toutes les racines Dessouchage en éliminant tous les résidus (risque de bouturage important Coupe successive pour empêcher la formation des graines et leur dispersion Surveiller la zone sur 2 ou 3 ans et renouveler les opérations si retour de l'espèce
Renouée du Japon	

	Arrachage manuel répété en enlever toutes les racines des jeunes pousses dès le début du printemps (avril à octobre) Pour une zone colonisée (plus de 10 m²), décaissement des terres sur une largeur et une profondeur de 50 cm au-delà de la zone colonisée par les rhizomes puis tamisage et concassage des fragments Evacuation sécurisée de tous les résidus vers un centre agréé Surveillance de la zone et renouvèlement des opérations sur plusieurs années pour éliminer les nouvelles repousses

Afin de limiter la reprise de l'espèce, des plantations (arbres ou arbustes) devront être réalisées au droit des anciens pieds d'espèces exotiques envahissantes. Le sol ne doit pas être laisser à nu, il faudra privilégier le paillage ou les plantes couvre-sol. Un contrôle sera réalisé par un écologue lors des suivis écologiques afin de vérifier la bonne réalisation de la mesure et l'adapter au besoin.

Si les mesures prévues ci-dessus s'avèrent être inefficaces, des mesures complémentaires en phase travaux seront à prévoir afin d'éviter toute contamination intérieure et extérieure.

7.3 Mesures de réduction

MR 1 : Choix d'essences locales et favorables à la biodiversité

Pour prendre en compte la biodiversité, le projet devra :

- **Privilégier le recours aux espèces locales** en passant par l'intermédiaire d'un pépiniériste ou semencier agréé labels Ecosem et Végétal local;
- Privilégier les essences **favorables à la faune** (Figure 76).

Le Tableau 19 présente quelques essences arborées et arbustives qui pourront être privilégiées dans le projet paysager (liste non exhaustive).

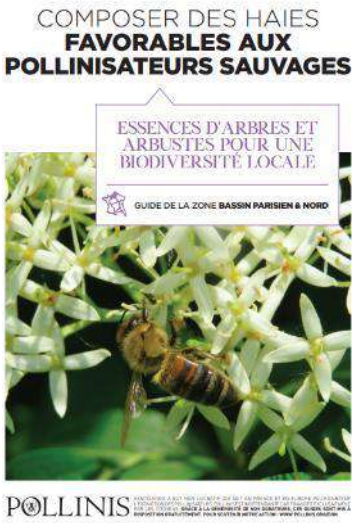


Figure 76 : Exemple de documentation pour le choix d'espèces locales en Normandie

Tableau 19 - Exemple espèces végétales locales

Strate arbustive	Strate arborée
Aubépine à un style (*Crataegus monogyna*)	Charme commun (*Carpinus betulus*)
Aubépine épineuse (*Crataegus laevigata*)	Chêne pédonculé (*Quercus robur*)
Chèvrefeuille des haies (*Lonicera xylosteum*)	Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*)
Fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*)	Erable champêtre (*Acer campestre*)
Houx (*Ilex aquifolium*)	Hêtre commun (*Fagus sylvatica*)
Noisetier (*Corylus avellana*)	Peuplier tremble (*Populus tremula*)
Viorne obier (*Viburnum opulus*)	
Prunellier (*Prunus spinosa*)	

MR 2 : Installation de prairies à haute valeur écologique

Pour conserver la biodiversité, le projet paysager devra :

- **Structurer les espaces** afin d'aménager **des corridors herbacés et ligneux** sur les espaces verts par l'expression de bandes prairiales, la conservation et la replantation d'arbres et arbustes ;
- Mettre en place un **gradient de strates végétales afin de diversifier les habitats**.

Une prairie composée d'espèces locales sera installée au centre du site (Figure 77). Une prairie possède un atout à la fois écologique, mais aussi esthétique. Elles fournissent un habitat pour les insectes (papillons, abeilles, orthoptères, etc.) et pour toutes les espèces qui les intègrent dans leur régime alimentaire (invertébrés divers, oiseaux, chauves-souris, etc.).

Le mélange de graines pourra être constitué de graminées et de fleurs annuelles et vivaces. Cette prairie fleurie naturelle, d'une hauteur maximale de 30 cm, sera compatible avec une optique de gestion différenciée, et également acceptable en termes de visibilité et de propreté du site.

Figure 77 : Aménagement du parc naturel urbain des prairies Saint-Martin à Rennes (Ille-et-Vilaine), nommé à l'Equerre d'argent 2020, catégorie Espaces publics et paysagers, Maîtrise d'ouvrage : Ville de Rennes, Maîtrise d'œuvre : Base, paysage et urbanisme, © Amc-achi

MR 3 : Plantation de haies arbustives indigènes

Dans le projet, des haies arbustives seront plantées. Elles permettront d'établir une continuité écologique au sein du site, notamment pour l'avifaune. Cet habitat arbustif fournira un lieu de nourrissage et de cache pour l'avifaune et permettra de répondre aux exigences écologiques de diverses espèces (oiseaux, insectes, micromammifères).

Les haies indigènes représentent des structures plus favorables à la biodiversité et moins coûteuses à l'entretien que les haies exotiques ou monospécifiques. Une haie faite d'un mélange d'espèces indigènes offre une grande diversité de feuillages, de fleurs et de fruits. Elle est aussi plus résistante face aux maladies et possède un meilleur équilibre biologique. Mélanger les tailles (arbres, arbustes et buissons) permet de mettre plus d'espèces sur une même surface et d'obtenir une plus grande biomasse (Figure 78).

Figure 78 : Haies écologiques composées d'espèces indigènes - © Nature et Jardin

Les haies libres seront privilégiées aux haies taillées. Elles offrent un aspect plus naturel et moins contraignant en taille. Les haies devront être en quinconce pour favoriser la densité végétale. Il est de plus recommandé de planter 8 espèces différentes (5 espèces caduques et 3 espèces persistantes) (Figure 79).

- 80% d'arbustes indigènes caduques :
  - Noisetier commun, *Corylus avelana* ;
  - Charme, *Carpinus betulus* ;
  - Fusain d'Europe, *Euonymus europaeus* ;
  - Troène commun, *Ligustrum vulgare* ;
  - Eglantier des chiens, *Rosa canina* ;
  - Sureau noir, *Sambucus nigra* ;
  - Nerprun purgatif, *Rhamnus cathartica* ;
  - Prunellier, *Prunus spinosa* ;
  - Aubépine à un style, *Crataegus monogyna* ;
  - Cornouiller sanguin, *Cornus sanguinea* ;
  - Viorne obier, *Viburnum opulus*.

- 20% d'arbustes indigènes persistant :
  - Hêtre commun, *Fagus sylvatica* ;
  - If commun, *Taxus baccata.*

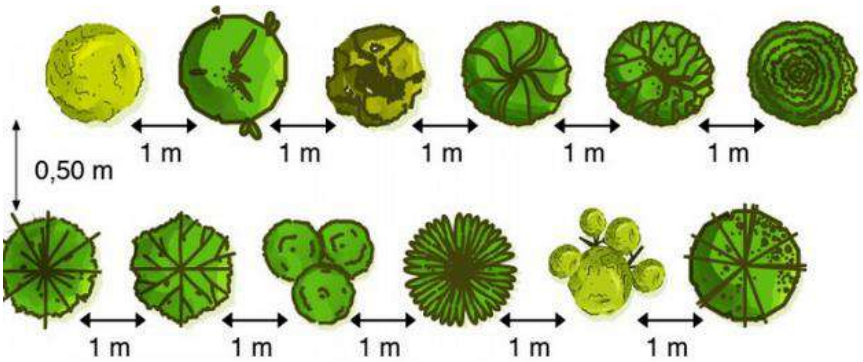


Figure 79 : Schéma d'organisation d'une haie indigène © Pépinières Bauchery

MR 4 : Plantation d'arbres pour enrichir la strate arborée

Il est préconisé de planter des arbres pour renforcer la strate arborée déjà présente sur le site. La plantation d'arbres permet d'offrir un habitat protecteur (abri, perchoir, zone de nidification) et une source de nourriture à de nombreuses espèces d'oiseaux, insectes et petits mammifères. Cela permet en outre de pallier à une éventuelle perte de biomasse brute. Enfin, les feuilles, en tombant, enrichissent les sols et nourrissent une multitude d'organismes, favorisant ainsi le maintien de sols vivants.

Actuellement, le site ne possède aucun arbre à cavités. Il est donc recommandé de favoriser la plantation d'essences présentant le plus communément des cavités afin de favoriser la création de cavités favorables à la faune (Tableau 20).

Tableau 20 - Essences d'arbres présentant le plus communément des cavités
© ARP-Astrance 2022

Nom commun	Nom scientifique
Charme commun	*Carpinus betulus*
Chêne pédonculé	*Quercus robur*
Erable sycomore	*Acer pseudoplatanus*
Erable champêtre	*Acer campestre*
Hêtre commun	*Fagus sylvatica*
Peuplier tremble	*Populus tremula*

Un gradient de strates végétales (herbacée → arbustive → arborée) permet la création d'habitats diverses au sein d'un même milieu. La mise en place de lisière étagée permet de préserver le rôle écologique de la strate arbustive et arborée du site. Cette structure à haute valeur écologique offre un habitat pour de nombreuses espèces animales et végétales.

MR 5 : Mise en place d'une gestion écologique

Une fois en exploitation, les espaces verts devront faire l'objet d'**une gestion écologique** qui s'articulera autour de quatre objectifs principaux :

- **Conduire une gestion « zéro-phyto » :**
  - Le désherbage manuel, mécanique ou thermique sera privilégié.
  - Recours à la lutte biologique en favorisante la colonisation spontanée des auxiliaires de gestion (plantes relais).

- **Proscrire les sols à nu sur le site :**
  - Les zones de terre à nue feront l'objet d'un paillage systématique ou d'un recouvrement par des espèces couvre-sol ou tapissantes d'origine indigène (le recours à un semencier agréé label « Végétal local » est conseillé) afin d'assurer l'intégrité des sols d'une part, et de réduire l'apparition et le développement de plantes indésirables d'autre part.

- **Mettre en place une gestion différenciée des espaces :**

Les pelouses et les gazons sont des zones où les usages et les intérêts écologiques peuvent être extrêmement variables. Une gestion par tontes différenciées de ces espaces est souvent bénéfique pour la biodiversité. Afin de favoriser le potentiel écologique de ces surfaces, il est proposé :

- De réduire la fréquence des tontes ;
- D'augmenter la hauteur des tontes ;
- De procéder aux coupes en mai puis en septembre.
- Certains espaces moins accessibles ou moins visibles pourront faire l'objet d'une unique fauche tardive annuelle (septembre ou octobre). Le recours au pâturage pourra également être envisagé.

MR 6 : Mise en place d'un schéma d'éclairage raisonné

La mise en place d'un éclairage maîtrisé permettra de lutter contre les nombreux impacts de la pollution lumineuse sur la faune, principalement sur les mammifères, dont les chauves-souris. L'éclairage du site sera conçu de manière à réduire la pollution lumineuse tout en assurant les déplacements, le confort et la sécurité des usagers.

La mise en place de cet éclairage passe par une modulation de la dimension temporelle et spatiale de l'éclairage et par l'installation de luminaires plus respectueux de l'environnement nocturne (Figure 83).

Quelques prescriptions (Figure 80) :

- Installation de dispositifs lumineux bas qui focalisent la lumière vers les objets à illuminer. Des caches peuvent être installés afin de concentrer la lumière sur les endroits où vers les objets qui ont besoin d'être éclairés ;
- Température de couleur inférieure à 2 700 Kelvins ;
- Réduction des éclairages extérieurs de 22h00 à 07h00 et installation de détecteurs de présence déclenchant les lumières à l'endroit détecté.

Limiter

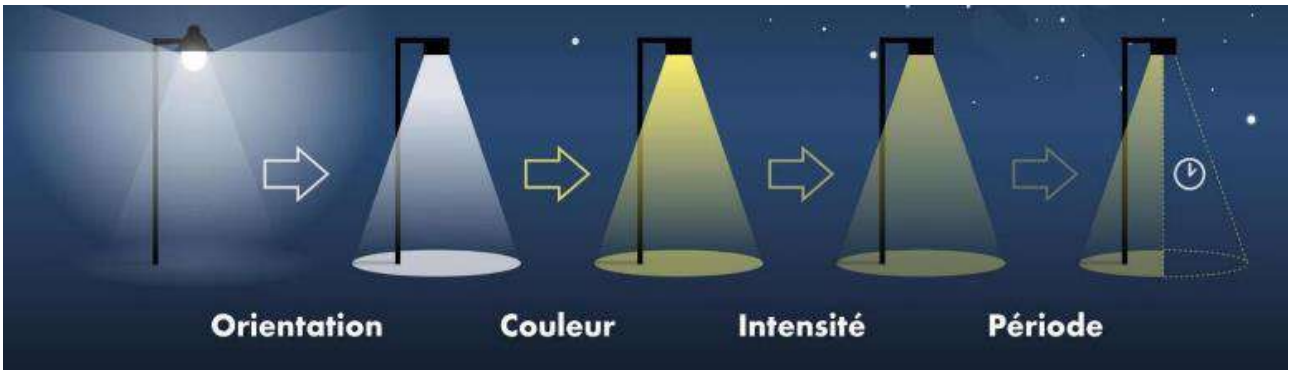


Figure 80 : Schéma de diminution de l'impact de l'éclairage © Oiseaupapillonjardin

Cette mesure permet de limiter les incidences de la lumière artificielle sur les corridors écologiques du site et de favoriser notamment le déplacement des chiroptères (zone de chasse, sorties de gîtes, etc.).

Figure 81 : Schéma d'éclairage adapté sur le plan masse © Altarea Cogedim, modifié par ARP-Astrance 2022

MR 7 : Gestion des espèces exotiques envahissantes (EEE)

La présence d'espèces végétales exotiques envahissantes (EEE) a été recensée sur le site. Des précautions devront être mises en place en début de chantier afin de s'assurer de ne pas disséminer les espèces invasives sur le site et ses alentours et afin de ne pas favoriser leur apparition sur les emprises chantier.

- **Début de chantier**

- Nommer le coordonnateur « Sécurité-Protection-Santé » responsable plantes invasives ;
- S'informer sur la présence des espèces concernées sur l'emprise du chantier ;
- Eliminer systématiquement les espèces si le chantier démarre en période de croissance et de floraison de la plante (printemps – été) ;
- Sensibiliser le personnel de chantier aux problèmes causés par certaines de ces espèces et aux moyens de lutte ;
- Nettoyer les engins et les outils en provenance de chantiers en secteur contaminé, ainsi qu'en quitter les secteurs infestés.

- **En cours de chantier**

- Couvrir rapidement les sols dénudés en particulier les stocks de terre végétale ;
- Surveiller et détruire les éventuelles repousses des espèces.

- **En fin de chantier**

- Laver les engins et les outils après leur utilisation sur les zones infestées ;
- Prévoir une visite de réception de chantier par un écologue afin de contrôler la présence d'espèces invasives.

Tout déchet végétal issu des opérations de lutte contre les espèces végétales invasives devra par ailleurs être exporté vers une filière agréée (plateforme de compostage ou d'incinération).

Des fiches d'actions ciblées pour éradiquer les différentes espèces invasives sont disponibles dans le « Guide d'identification et de gestion des Espèces Végétales Exotiques Envahissantes » co-écrit par le MNHN.

MR 8 : Garder le site perméable à la faune : installer des clôtures ouvertes

Les clôtures ont un impact non négligeable sur la faune terrestre, notamment concernant les mammifères, les amphibiens, les reptiles et les insectes. Les clôtures imperméables contribuent à la fragmentation du territoire en contraignent les déplacements des individus dans l'espace. Par extension, elles peuvent contribuer à leur mortalité en contraignant leurs déplacements vers des espaces dangereux (voies de circulation, terrains en impasse, etc.) ou en les piégeant dans leurs mailles.

Pour le pas modifier le potentiel actuel du site concernant le déplacement des espèces, le projet devra installer des aménagements favorables à la faune. Afin de permettre à celle-ci de profiter de cette démarche vertueuse et que le site ne devienne pas un puit de biodiversité duquel elle ne pourrait plus sortir, les clôtures menant aux espaces verts du site devront être rendues perméables à la petite faune.

Il est donc préconisé de favoriser la circulation de la petite faune entre l'extérieur et l'intérieur du site grâce à :

- Option 1 : installer des haies naturelles constituées d'essences indigènes et diversifiées (Figure 84).

Figure 82 : Haie champêtre © Verger conservatoire de Roville-aux-Chêne

- Option 2 : surélever les clôtures de 10 à 20 cm et choisir des clôtures avec des mailles larges (Figure 85) ;

Figure 83 : Exemple de clôture surélevée © Birdlife

- Option 3 : mettre en place de clôtures perméables à la faune (Figure 86) ;

Figure 84 : Exemples de clôtures perméables à la faune © U2B

7.4 Mesures de compensation

MC 1 : Création de biotopes pour l'accueil de colonies de Chiroptères dans les combles

La suppression des bâtiments engendre la perte des habitats pour les individus de Pipistrelle commune qui ont été recensés. De façon à compenser cet impact, 3 combles seront aménagés.

Les gîtes proposés seraient réalisés au sein des combles de 3 immeubles. Leur implantation sera revue et validée par la maîtrise d'œuvre, l'écologue et les services de l'Etat.

L'idéal est de laisser une zone vide entre le faux plafond et le toit, isolé thermiquement et sonorement par des plaques de chanvres de 10 cm. Celles-ci peuvent être recouvertes de plâtre.

Figure 85 : Chiroptière © Groupe Mammalogique Breton

Afin que les chiroptères puissent accéder aux gites, des chiroptières seront mises en place (Figure 87). La chiroptière est ouverture aménagée dans une porte, un mur ou toit pour faire passer les chiroptères. Elle doit permettre l'entrée et la sortie des chiroptères, mais bloquer l'accès à d'autres espèces notamment à la Chouette effraie et aux Pigeons. La hauteur des chiroptières sera revue avec le GMN (Groupe Mammologique Normand). Celles-ci ne seront pas posées trop haut afin d'éviter l'arrivée d'air froid dans le gite de parturition, et ne seront pas trop nombreuses pour éviter les courants d'air.

Les chiroptières sont également protégées par un auvent pour éviter l'entrée de la pluie durant les jours de mauvais temps et empêcher l'entrée de rapaces, qui sont des prédateurs des chauve-souris. Les ouvertures doivent faire au minimum 30 cm de longueur, et leur hauteur ne doit pas excéder 9 cm afin d'éviter l'entrée de chouettes. Une petite planche d'envol horizontale côté intérieur devra également être installée afin de faciliter l'utilisation par les chauves-souris.

Figure 86 : Localisation potentielle des gîtes de parturition pour chiroptères à valider par les services de l'Etat, la MOE et l'écologue © Cogedim, modifié par ARP-Astrance 2022

L'installation d'une dizaine de nichoirs à chauve-souris permettra de compenser la disparition des gites lors de la destruction des bâtiments, et plus particulièrement les abris formés par les volets. Ces espaces pouvaient accueillir des jeunes mâles isolés comme observés lors de la visite du 30 mai. Afin de compenser cette perte, **8 nichoirs** sont proposés.

Ces nichoirs peuvent accueillir des individus isolés ou de petits groupements d'individus tout au long de l'année.
Ils devront être installés à plus de trois mètres du sol et orientés vers le sud ou le sud-ouest.
La pose de ces nichoirs s'effectuera en dehors des périodes sensibles pour les Chiroptères, c'est-à-dire lors des mois de mars, avril, septembre et octobre, en suivant les préconisations des écologues.

Plusieurs types de nichoirs peuvent être installés :

- Nichoirs placés sur les arbres (Figure 87) ;

Figure 87 : Exemple de nichoir à chiroptère installé sur un tronc © Pinterest

- Nichoirs installés sur les bâtiments (Figure 88) ;

Figure 88 : Exemple de nichoir à chiroptère sur un bâtiment © Oisillon.net

- Nichoirs intégrés aux façades (Figure 89) ;

Figure 89 : Exemple de nichoir à chiroptères intégré à une façade © Google images

En milieu urbain, les cavités naturelles utilisées par la faune (oiseaux, insectes, petits mammifères) sont parfois très rares. La pose de nichoirs, gîtes ou abris adaptés contribuent à préserver la biodiversité en ville en leur apportant des sites de nidification ou de repos.

Il est préconisé la mise en place de **nichoirs adaptés** aux espèces recensées ou susceptibles d'être présentes sur le site pour l'avifaune (Moineau domestique, Mésange charbonnière, Rougegorge familier et autres passereaux, Faucon crécerelle et Martinet noir). Les types et emplacements de ces nichoirs seront étudiés et retenus par un écologue en cohérence avec les spécificités du projet paysager afin d'en assurer l'efficacité. Le trou d'envol sera orienté de manière à éviter l'exposition aux vents dominants et à la pluie (orientation sud, sud-est ou bien sud-sud-est).

Les modèles suivants, ou équivalents, seront à privilégier (nichoirs disponibles sur ce lien : https://boutique.lpo.fr) :

- **Nichoir Schwegler 1B 32 mm (Réf. LPO : JO0249) :** pour les Mésanges charbonnières à suspendre dans les arbres à 2m de hauteur ;
- **Nichoir Rougegorge LPO (Réf. LPO : JO0008)** pour le Rougegorge familier et autres oiseaux semi-cavernicoles, nichoir à intégrer à une hauteur de 1,50 à 3 mètres, légèrement incliné vers le bas.
- **Nichoir intégré N°26 semi ouvert (Réf. LPO : JO0501**) : pour le Rougequeue noir et autres oiseaux semi-cavernicoles. Ce nichoir est à intégrer à la place d'un élément de construction dans un mur en construction ou rénovation, à un minimum de 2 m du sol.
- **Nichoir à colonies 1SP (Réf. LPO : JO0143) :** pour une colonie de Moineaux domestiques, à encastrer dans un mur ou à fixer sur le bâti, à 2m du sol, orientation sud-est.
- **Nichoir Faucon crécerelle LPO (Réf. LPO : JO0960) :** pour le Faucon crécerelle, à fixer à installer sur la façade d'un bâtiment, sur un arbre ou un poteau suffisamment solide et isolé. Il doit être fixé idéalement à une hauteur de 5 à 8 mètres et exposé sud-est (Figure 80).
- **Nichoir à martinets N°17A à 3 nids (Réf. LPO : JO0155) :** pour le Martinet noir, à fixer sur un bâti. Il est recommandé d'en installer plusieurs car cette espèce vit en colonie. Installer le nichoir le plus haut possible à au moins 6 à 8 mètres du sol de préférence sous une avancée de toit. Les nichoirs installés lors de la phase chantier pourront être réutilisés en phase d'exploitation.

Figure 90 : Nichoir à Faucon crécerelle © LPO

Enfin, **trois tas de bois mort** seront également installés. Actuellement le site en possède déjà deux et un Hérisson d'Europe femelle et sa portée ont été retrouvés non loin de ces tas de bois mort. Ce tas de bois mort sera aussi bénéfique à l'entomofaune. Après les travaux, il serait donc intéressant d'ajouter un tas de bois mort dans les aménagements pour la faune. Un tas de bois mort peut être installé dans n'importe quel habitat. Ils peuvent être érigés aussi bien sur des terrains plats que pentus. Le milieu devra cependant être le plus possible ensoleillé et à l'abris du vent. Il est particulièrement judicieux d'aménager un tas de bois mort le long des lisières, haies ou talus.

Comment aménager les tas de bois ? (Figure 91)

Il existe une grande variabilité dans la construction des tas de bois. La technique proposée ci-dessous formalise la typologie la plus courante d'aménagement de tas de bois. Toutefois, d'autres typologie de tas de bois, soumis à la validation d'un écologue, peuvent être créés pour une fonctionnalité similaire.

- **Taille et forme**

- Les tas n'ont pas besoin d'être très hauts : 80 cm – 200 cm suffisent, selon l'étalement, qui doit être supérieur à 1,5 m.
- De gros tas en forme de U, ouverts vers le sud, offrent en outre des places au soleil, à l'abri du vent. Des agencements ou façonnages plus complexes ne font pas sens.

- **Matériaux**

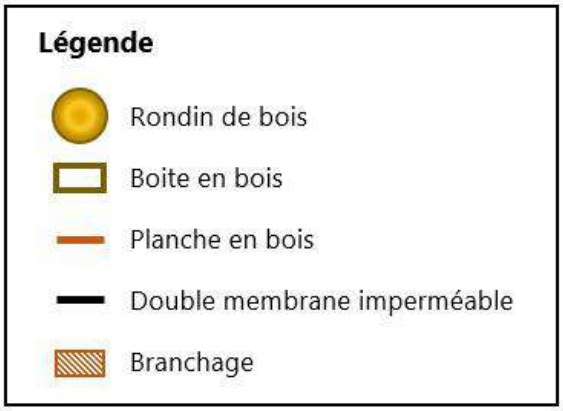
- L'utilisation de rameaux, branches et pièces de troncs de diamètres variés garantit une grande diversité en cavités et places au soleil. On peut aussi utiliser des souches pour former la base du tas de bois.

- Déposer sur le tas des rameaux ou branches d'épineux (par exemple les ronces), sans les tasser ; cela protégera mieux les reptiles qui s'exposent au soleil.

- **Construction**

- Les tas de bois peuvent aussi bien être assemblés de manière chaotique que minutieusement empilés, à l'exemple des stocks de bois de feu.

- Dans ce dernier cas, qu'il s'agisse de bûches fendues ou non, cela vaut la peine de laisser dépasser de 5 – 10 cm quelques pièces, pour offrir aux lézards de petites terrasses exposées au soleil. On peut laisser les souches partiellement enfouies dans le sol.



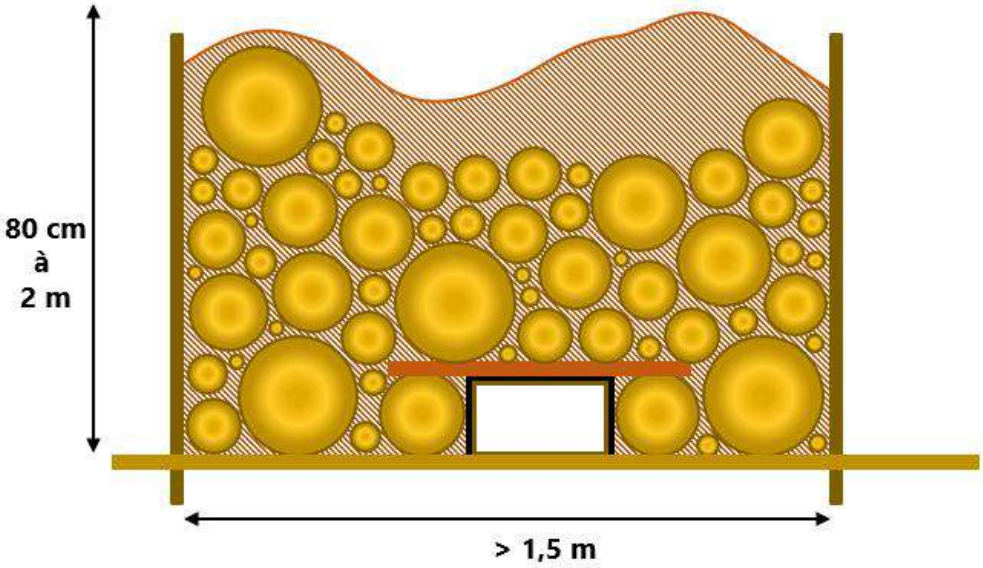


Figure 91 : Prescriptions liées à la conception de tas de bois mort © ARP-Astrance 2022

Pour accueillir le hérisson, il existe deux options :

- La première option est de laisser, à la base de l'abri, un espace libre d'environ 20 cm de hauteur et ouvert sur l'extérieur. Cet abri doit par la suite être protégé en le recouvrant de feuilles mortes, de paille ou encore d'une bâche posée sur une planche de bois supportée par deux rondins formant la base de l'abri.

- La seconde option, plus pérenne, est la disposition d'un gîte à hérisson à la base du tas de bois. Celui-ci pourra prendre la forme d'une boîte en bois ou encore d'une caisse retournée. Ce type d'aménagement peut également être acheté en magasin pour un prix moyen de 30 à 40 euros. Le gîte à hérisson devra avoir les dimensions minimums suivantes : 40 cm de hauteur, 40 cm de large et 50 cm de longueur. Le gîte devra disposer d'un orifice de 15 à 18 cm qui sera suffisant pour le passage des hérissons. Si celui-ci est construit et non acheté, le gîte devra être imperméabilisé à l'aide d'une membrane imperméable. Une fois installé à la base du tas de bois, le gîte devra être garni d'une litière de journaux, de feuilles mortes ou encore de paille (surtout pas de foin car il est allergène, peut moisir et transmettre la gale).

MC4 : Renforcement du caractère écologique du parc central

Pour permettre l'accueil des chiroptères mais également d'autres espèces protégées comme le Hérisson d'Europe ou encore l'avifaune, le caractère écologique du parc central d'un hectare sera renforcé.

Les arbres aujourd'hui présents au centre du site seront préservés et mis en valeur dans la partie centrale du projet. Ce bosquet central sera également renforcé avec la plantation de près de 400 arbres et arbustes. Il permettra à la faune de se réfugier et de se nourrir. Des nichoirs à Mésanges charbonnières et à Rougegorges familiers seront notamment installés. Des gîtes à chiroptères seront également mis en place dans les vieux arbres du site.

Le parc central sera également composé de prairies constituées d'espèces locales. Une prairie possède un atout à la fois écologique, mais aussi esthétique. Elles fournissent un habitat pour les insectes et pour toutes les espèces qui les intègrent dans leur régime alimentaire. Cette prairie pourra également être favorable à certaines espèces végétales patrimoniales comme les Orchidées.

Une pièce d'eau sera aménagée (mare). Celle-ci permettra aux espèces de réaliser leur cycle biologique complet et d'y trouver des ressources alimentaires. Elle permettra de renforcer la trame bleue du territoire. De plus, cette mare fera l'objet de sensibilisation au sein du quartier.

Une continuité écologique verte traverse le site d'est en ouest. Celle-ci permet de connecter le parc central aux alignements d'arbres localisés à proximité du site. De plus, le projet ne prévoit pas l'installation de clôtures fragmentantes sur le site. Celui-ci sera perméable à la faune.

Avec les différents aménagements prévus dans le projet, le parc central du site sera favorable à l'implantation d'une faune et d'une flore locale et pourra jouer le rôle de réservoir de biodiversité à l'échelle locale.

7.5 Mesures d'accompagnement

MA 1 : Suivi des travaux par un.e écologue

Malgré toutes les actions préventives potentiellement mises en œuvre, la phase chantier constitue une étape sensible au cours de laquelle une dégradation non prévue sur le milieu peut survenir.

Dans l'objectif de suivre la bonne mise en œuvre des mesures ERC, de pouvoir répondre aux contraintes qui pourront apparaître au cours du chantier pour en assurer l'efficacité, le maître d'ouvrage devra s'entourer d'un AMO en écologie. Être assisté tout le long de la Maîtrise d'œuvre par un écologue permet de garantir une meilleure efficacité des opérations menées pour limiter les impacts sur la faune et la flore et d'ajuster les mesures et options en fonction des contraintes environnementales découvertes au fur et à mesure du projet.

Le prestataire sera chargé de contrôler la bonne réalisation du chantier et des mesures ERC par des visites de chantier. Un compte-rendu devra être établi à la suite de chacune de ces visites. Le prestataire aura également en charge de conseiller le maître d'ouvrage en cas d'imprévus.

Cette assistance se décomposera en 3 phases :

- **Phase de calage :** Assistance à la rédaction du cahier des charges des travaux à destination des entreprises (accompagnement phase DCE) ;
- **Phase de chantier :** Lors des phases critiques du chantier, des visites de contrôle seront réalisées en présence d'un expert indépendant. Cet expert suivra par ailleurs la bonne mise en œuvre des différentes mesures d'évitement des impacts présentées dans ce document. Pour rappel, un écologue effectuera une visite des bâtiments avant l'installation de bâches afin de vérifier que les chiroptères ne sont pas présents. Ensuite, l'écologue examinera la bâche pour confirmer qu'elle est étanche et vérifiera à nouveau qu'il n'y a pas de chiroptères dans le bâtiment après l'installation de la bâche.
- **Mise en œuvre des mesures ERC :** De même, la mise en œuvre des mesures nécessitera la participation d'un.e expert écologue qui conseillera le maître d'œuvre d'un point de vue technique sur les aménagements paysagers ou encore la mise en œuvre des biotopes artificiels.

Une visite de fin de chantier sera également réalisée afin de vérifier la fonctionnalité des aménagements, l'enlèvement définitif des différents dépôts liés aux travaux et la mise en œuvre de l'ensemble des mesures prévues.

En complément, **un.e responsable environnement de chantier est désigné.e parmi les équipes travaux** et constitue l'interlocuteur privilégié de l'écologue chargé.e du suivi. Il est en charge du respect des mesures sur le chantier et de la remontée des informations à l'écologue en cas d'aléas.

MA 2 : Suivi à la livraison du projet : vérification de la bonne mise en place des aménagements pour la faune

Après la livraison du projet, un.e écologue sera missionné.e afin de vérifier la bonne mise en place des aménagements pour la faune, prévus dans le présent rapport.

Cette vérification consiste notamment à confirmer :

- L'emplacement des nichoirs : leur orientation, leur positionnement, la distance respective entre deux nichoirs en fonction des espèces ;
- L'emplacement des gîtes à chauves-souris ;
- L'emplacement des tas de bois mort ;
- L'aménagement des combles (chiroptières).

MA 3 : Suivi N+3, N+6 et N+10 sur le site pour vérifier la fonctionnalité des aménagements installés

Afin de vérifier la fonctionnalité des aménagement installés sur le site de Rouen, **un suivi sur 10 ans (N+3, N+6, N+10) est proposé à l'issue des travaux d'aménagement**. Ces suivis permettront également de réorienter les pratiques de gestion sur le site et sur les aménagements en fonction des résultats des suivis.

Les objectifs de ce suivi sont d'analyser lors de chaque visite et ce, pour toute la durée du suivi, la dynamique des milieux, l'état de conservation des populations et l'efficacité des aménagements installés sur le site.

Cette vérification consiste notamment à confirmer l'occupation des nichoirs à oiseaux (après la période de nidification) mais également des gîtes à chiroptères (en automne).

La visite permettra également de vérifier qu'il n'y a pas de propagation des espèces exotiques envahissantes observées sur le site.

Un rapport de suivi sera rédigé à l'issue de chaque campagne d'investigations.

8. CONCLUSION

De par sa localisation en zone urbaine et son isolement par rapport aux réservoirs écologiques, le site présente peu de sensibilité vis-à-vis des zonages d'inventaires. Le site revêt néanmoins une importance modérée dans le refuge et le déplacement des espèces de la biodiversité urbaine à l'échelle du quartier et de la commune. En effet, le site est localisé entre trois espaces boisés et des connexions pourront se faire avec ces espaces. De plus, de par sa surface foncière disponible, le site participe à la trame verte à l'échelle du quartier. Le site peut être utilisé par la faune et la flore comme zone de déplacement ou de transit.

Les enjeux écologiques identifiés sur le site peuvent être qualifiés de faibles en ce qui concerne les enjeux floristiques et de modérés en ce qui concerne les enjeux faunistiques.

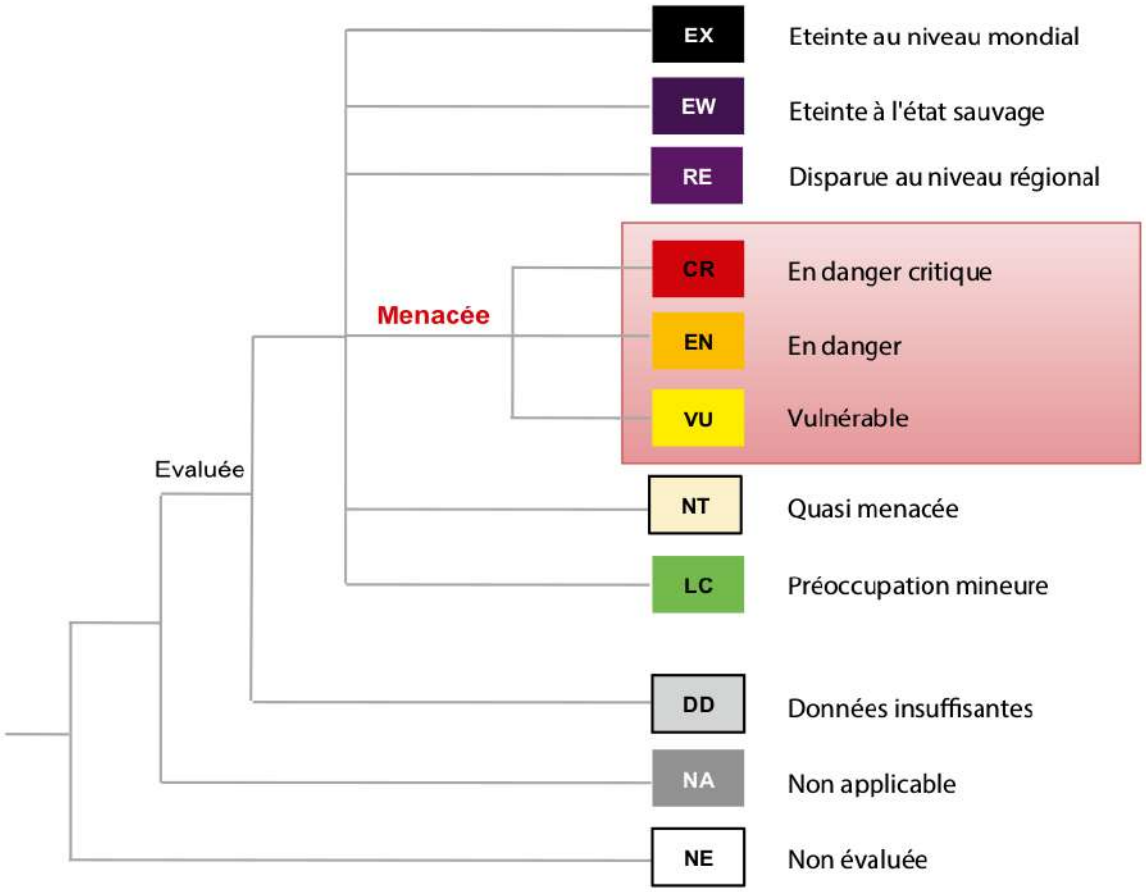
Le programme initial porte des impacts faibles à modérés sur la flore et fort sur certains taxons de la faune comme l'avifaune, les mammifères hors chiroptères et les mammifères.
Néanmoins, les mesures d'évitement et de réduction permettent de limiter les impacts du projet sur les espèces et sur les habitats de manière significative.
Les impacts résiduels occasionnés par le projet ne remettent pas en cause le bon état de conservation régional et local des populations d'espèces protégées.

9. ANNEXES

Annexe 1 - Indices de rareté utilisés dans le catalogue de flore vasculaire du CBNBP
© ARP-Astrance 2021

Indice de rareté	Définition
RRR	Extrêmement rare
RR	Très rare
R	Rare
AR	Assez rare
AC	Assez commun
C	Commun
CC	Très commun
CCC	Extrêmement commun

Annexe 2 - Présentation des catégories UICN utilisées
© Guide 2012 et Guide régional 2012 de l'UICN



Annexe 3 - Présentation des catégories de la liste rouge de Haute-Normandie

légende	
*	: espèce irrégulière
R	: Rare
AR	: Assez rare
PC	: peu commun
C	: commun
CR	: en danger critique d'extinction
EN	: en danger
VU	: vulnérable
NT	: quasi menacée
LC	: préoccupation mineure
S	: en sécurité
NA	: non applicable (introduite)
D	: en déclin

Annexe 4 - Caractéristiques des arbres à intérêt pour les chiroptères et les oiseaux cavernicoles

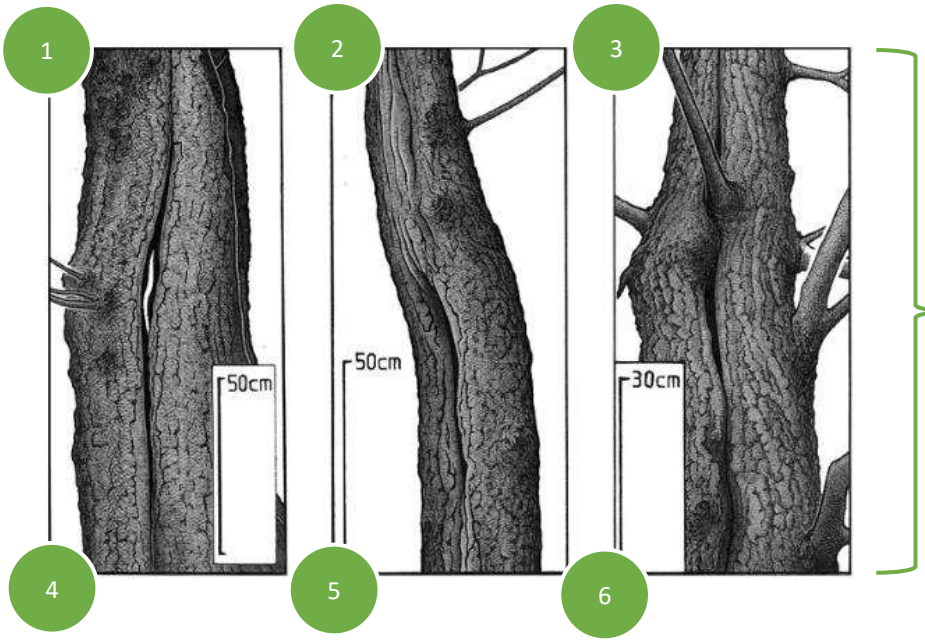
Les vieux arbres à cavités constituent des lieux essentiels pour le refuge, la reproduction et l'alimentation de nombreuses espèces, et plus spécifiquement pour les espèces cavicoles telles que les oiseaux (Sittelles, Mésanges, Pics, Etourneaux, Rapaces nocturnes, etc.), les mammifères (Chauves-souris, Ecureuils, Loirs, Lérots), les insectes (abeilles et insectes xylophages) et parfois les reptiles et amphibiens lorsque les cavités sont proches du sol.

Les cavités peuvent se former en hauteur ou à la base de l'arbre à la suite de :

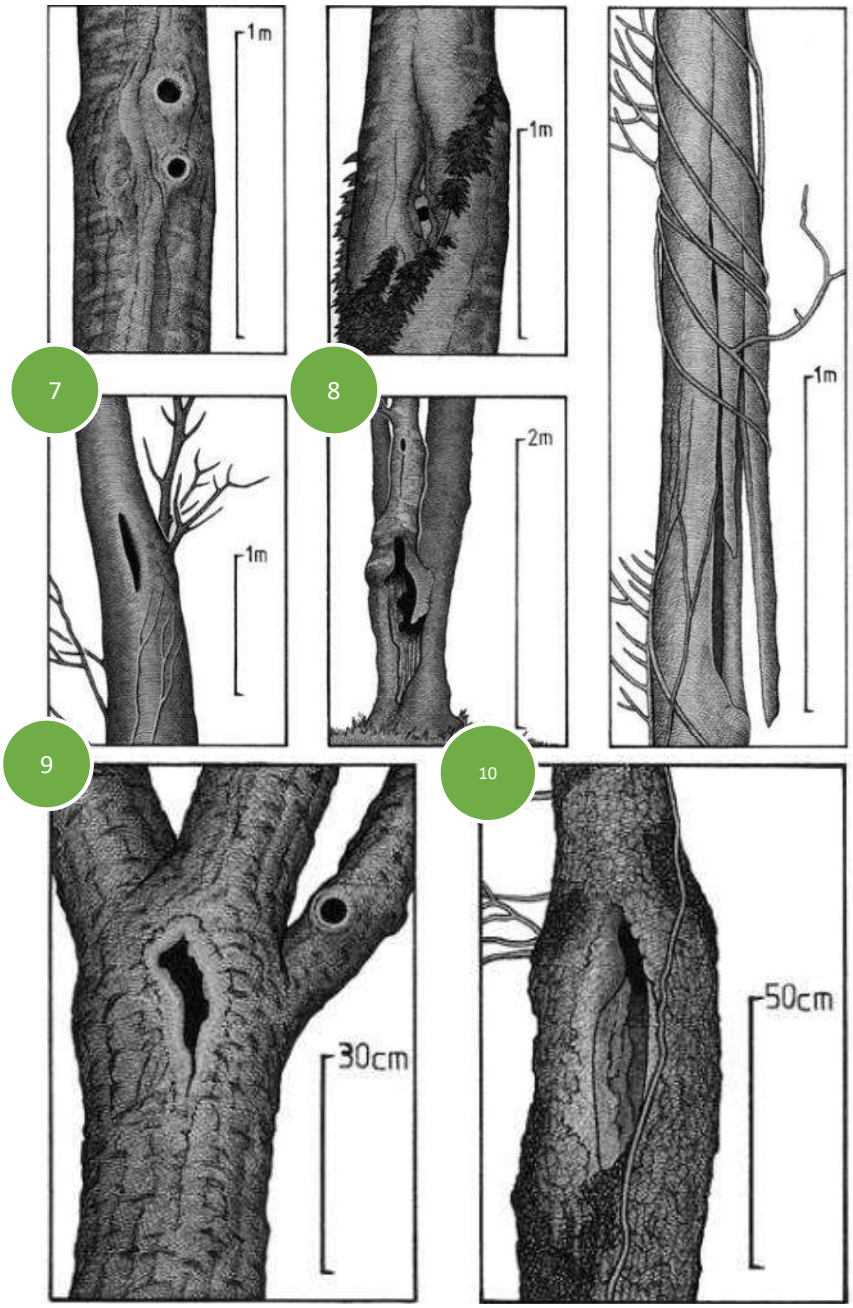
- Une blessure causée par des forages de Pics ;
- Une mauvaise cicatrisation liée à la casse ou à la coupe d'une branche ou aux intempéries (arrachage, écimage, foudre, chocs, élagage) ;
- Une attaque cryptogamique (champignons) ;
- Une attaque d'insectes aboutissant à la mort d'une ou plusieurs branches ;
- Une attaque des parties mortes de branches perdant leur écorce par des champignons lignivores ;
- Etc.

Seulement, les vieux arbres à cavités sont peu fréquents en milieu urbain. La faible disponibilité en cavités entraine une compétition pour celles-ci qui peut être intraspécifique (entre les individus de la même espèce) ou interspécifique (entre individus d'espèces différentes).

Toute cavité formée à l'intérieur d'un arbre peu convenir au gîte des chauves-souris en périodes hivernale et estivale : fissures naturelles, anciennes loges de pics, troncs ou branches creuses, décollements d'écorce, présence de Lierre sur le tronc, etc.).



Gîtes dans une fissure étroite typique d'un chêne



4. Double trou de pic (hêtre)

5. Fente colmatée de boue séchée (Sitelle)

6. Tronc creux (hêtre)

7. Fente large (hêtre)

8. Tronc creux (hêtre)

9. Ancienne insertion de branche (chêne)

10. Grosse écharde cassée cicatrisant par le haut (frêne)

Illustrations extraites de : PENICAUD P., *Chauves-souris arboricoles en Bretagne (France) : typologie de 60 arbres-gîtes et éléments de l'écologie des espèces observées.* Le Rhinolophe 14 : 37-68

6

Etude de mobilité réalisée par COSITREX (Mai 2022)

COSITREX
14 Rue Pierre
91330 Yerres
Tél 01-69-48-60-99
63 Av. Henry Dunant
06100 Nice
Tél 04-92-09-21-41
www.cositrex.com

Cogedim
Projet d'aménagement des Pépinières à Rouen
Étude de circulation

Rapport d'étude

Introduction

Les pages suivantes présentent une étude de circulation réalisée dans le cadre du projet d'aménagement des Pépinières à Rouen.

Le projet est situé à Rouen, entre l'Av. de la Libération (RD938), la Rue Parmentier, la Rue Saint-Julien et la Rue de Gessard.

Le programme prévoit la réalisation de :

- 600 logements en accession,
- 175 logements sociaux,
- 500 m² pour un cabinet médical,
- 500 m² pour un lieu culturel de type conservatoire,
- 300 m² pour un café hybride de type café-librairie,
- 200 m² pour une crèche.

Les objectifs de l'étude sont d'établir un diagnostic de la situation actuelle, d'estimer le trafic engendré par le fonctionnement du projet, et d'évaluer l'impact de ce trafic sur les conditions de circulation dans le quartier.

En référence à l'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016 et au décret n°2016-1110 du 11 août 2016 relatifs à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes, les situations suivantes ont été prises en compte dans la méthodologie de l'étude :

- la situation **actuelle**,
- la situation future dite « **fil de l'eau** », correspondant à la situation à l'horizon de la livraison prévisionnelle du projet, mais ne prenant pas en compte le projet lui-même,
- la situation future dite « **projetée** », correspondant à la situation de référence à laquelle est ajoutée la prise en compte du projet,
- la situation future dite « **cumulée** », correspondant à une situation à un horizon plus lointain que la livraison du projet lui-même, prenant en compte l'effet des autres projets existants ou approuvés, et ayant fait l'objet :
    - d'une étude d'incidence environnementale et d'une enquête publique,
    - ou d'une évaluation environnementale et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Méthodologie

L'étude comprend :

- **une analyse des conditions de circulation en situation actuelle**, fondée principalement sur une enquête de circulation (comptages directionnels aux heures de pointe sur les principaux carrefours du quartier) et sur des observations sur le terrain,

- **une analyse des conditions de circulation en situation « fil de l'eau »,**

- **une estimation du trafic engendré par le projet et de son affectation** sur le réseau de voirie du quartier,

- **une analyse des conditions de fonctionnement prévisibles en situation « projetée »** et, le cas échéant, la proposition de mesures d'aménagement permettant un bon fonctionnement des accès au projet,

- **une analyse des conditions de circulation en situation « cumulée »,**

- **une analyse des conditions de circulation pendant la phase de chantier.**

I - Diagnostic de la situation actuelle

Le projet est situé dans un secteur bien desservi par les infrastructures de transport : Ligne de métro avec la station « Jean Jaurès », ligne T4 du réseau THEOR avec la station « Louis Poterat », la ligne 6 du réseau de bus, avec la station « Parmentier », RD938, RD3, RD840, Rue Saint Julien, Bd de l'Europe...

Le site est localisé dans un quartier résidentiel avec la présence de nombreux commerces et entreprises.

Le réseau de voirie du quartier comprend :

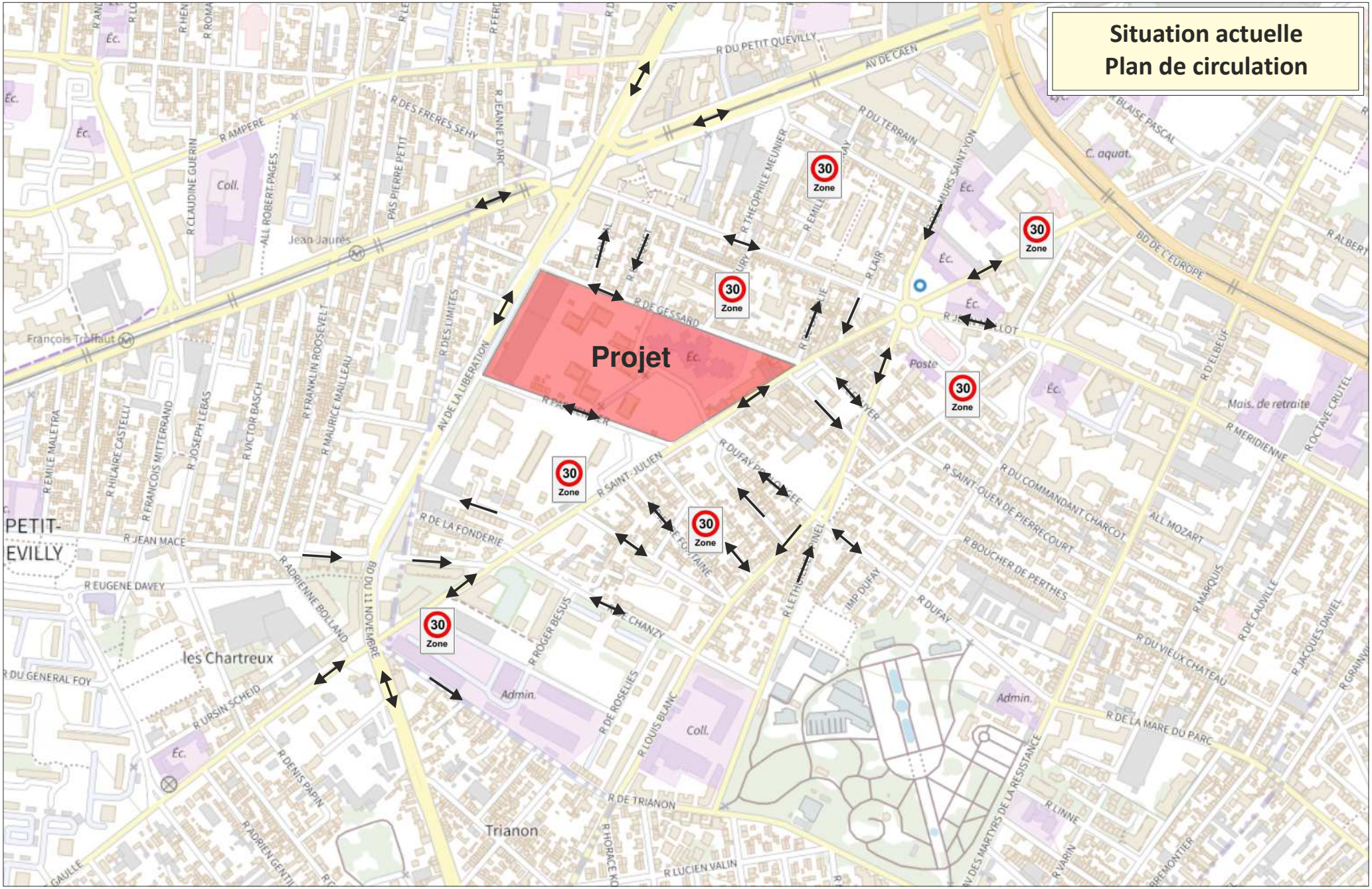
- l'Av. de la Libération (RD938) qui permet de rejoindre directement le centre-ville de Rouen,

- la Rue Saint-Julien qui traverse le quartier et permet de relier le Bd de l'Europe au Bd du 11 Novembre (RD938),

- la Rue Parmentier et la Rue de Gessard qui permettent de desservir directement le projet.

Hormis la RD938 et la RD 840, une part importante du réseau du quartier est en zone 30.


Localisation du projet
Projet
ROUEN
CANTELEU
LE PETIT-QUEVILLY
LE GRAND-QUEVILLY
SOTTEVILLE-LÈS-ROUEN
BONSECOURS
LE MESNIL-ESNARD
AMFREVILLE-LA-
Saint-Sever
Saint-André
Saint-Gervais
Mont-aux Malades
le Mont Riboudet
Hôtel Dieu
les Coquets
le Bois l'Archevêque
le Cotillet
le Coteau
Quartier Fresnel
les Coteaux
le Vauchel
Cité Rose
Bapeaume
la Béguinière
le Clos aux Moines
Cité Verte
Croisset
les Deux Lions
Cappetot
le Temps Perdu
Maison Perret
Dieppedalle
le Bois Cany
la Cavée
les Chartreux
Trianon
les Marettes
Ile Lacroix
Eauplet
Lescure
les Sapins
la Lombardie
Cité Jeanne d'Arc
le Vallon Suisse
la Grand-Mare
Longpaon
Carville
Mont Gargan
les Broches
les Hauts Prés
le Long Corbeil
Plateau des Aigles
Voie des Moulins
la Lande
le Boquet
les Maliers
les Brosses


Situation actuelle
Plan de circulation
Projet
30 Zone
R DU PETIT QUEVILLY
AV DE CAEN
R DES FRERES SEHY
R AMPERE
R CLAUDINE GUERIN
ALL ROBERT-PAGES
PAIS PIERRE PETIT
R JEANNE D'ARC
R THEOPHILE MEUNIER
R DU TERRAIN
R BLAISE PASCAL
BD DE L'EUROPE
R ALBERT
R DE GESSARD
R DES LIMITES
AV DE LA LIBERATION
R FRANKLIN ROOSEVELT
R MAURICE MAILLEAU
R VICTOR BASCH
R JOSEPH LEBAS
R FRANCOIS MITTERRAND
R HILAIRE CASTELLI
R EMILE MALETRA
R SAINT-JULIEN
R DUFAY
R SAINT-OUEN DE PIERRECOURT
R DU COMMANDANT CHARCOT
R BOUCHER DE PERTHES
ALL MOZART
R MERIDIENNE
R OCTAVE CRUTEL
R D'ELBEUF
R MARQUIS
R DE CAUVILLE
R JACQUES DAVIEL
R DU VIEUX CHATEAU
R DE LA MARE DU PARC
R DE LA FONDERIE
R ADRIENNE BOLLAND
BD DU 11 NOVEMBRE
R ROGER BESUS
R DE ROSELIES
R LOUIS BLANC
R DE TRIANON
R LUCIEN VALIN
R DENIS PAPIN
R URSIN SCHEID
R DU GENERAL FOY
R EUGENE DAVEY
R JEAN MACE
PETIT-EVILLY
les Chartreux
Trianon
Jean Jaurès
François Truffaut
Coll.
Admin.
Poste
Mais. de retraite
C. aquat.
Éc.

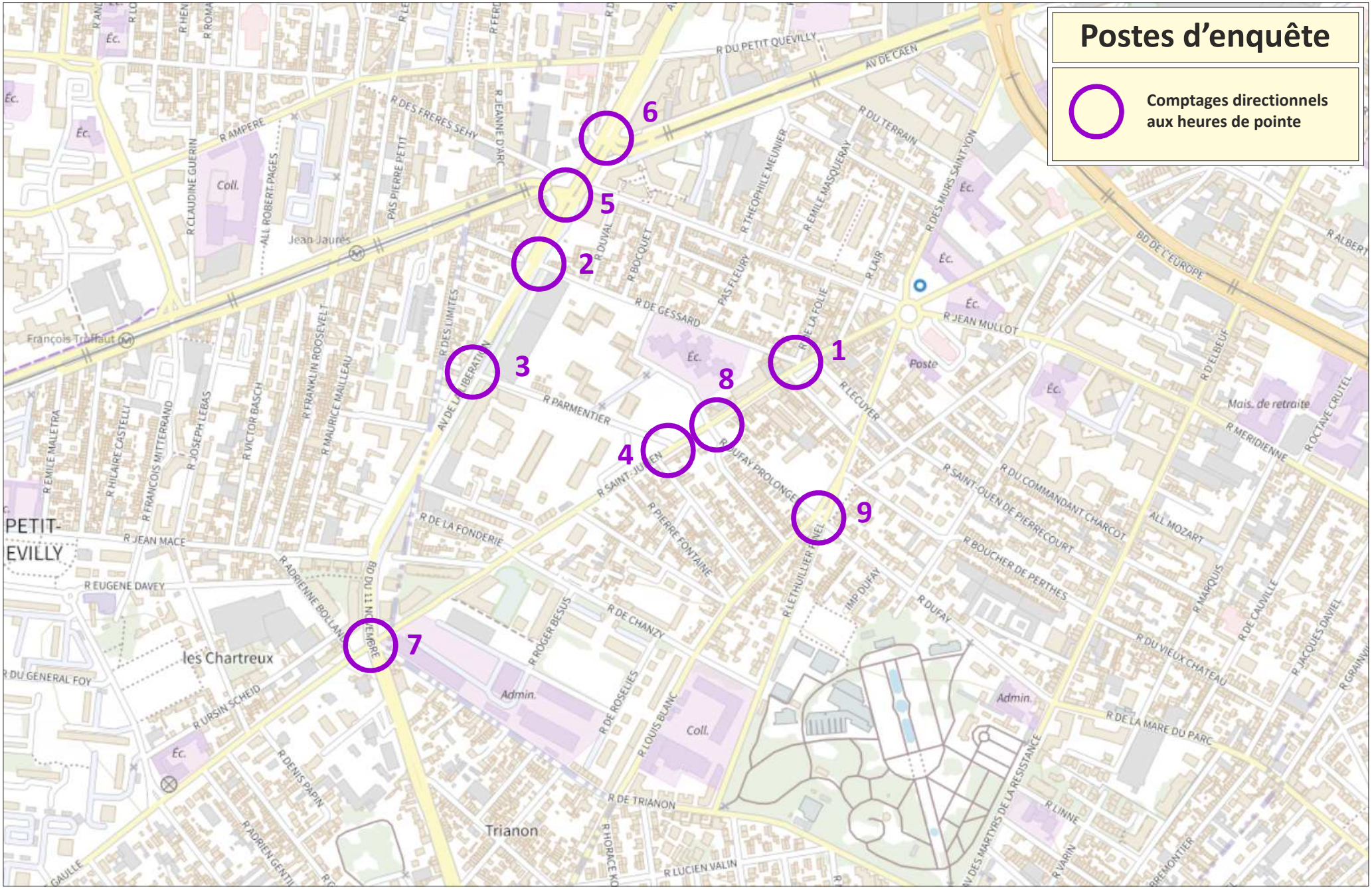
I.1 - Réseau de voirie et volume de trafic

Une enquête de circulation a été réalisée dans le quartier en avril 2022.

Des comptages directionnels ont été réalisés aux heures de pointe du matin et du soir, le jeudi 28 avril et le mardi 3 mai 2022, sur les carrefours suivants (cf. carte page suivante) :

1. Rue Saint-Julien x Rue de Gessard,
2. Av. de la Libération (RD938) x Rue de Gessard,
3. Av. de la Libération x Rue Parmentier,
4. Rue Saint-Julien x Rue Parmentier,
5. Av. de la Libération (RD938) x Av. Jean Jaurès,
6. Av. de la Libération (RD938) x Av. de Caen (RD840),
7. Bd du 11 Novembre (RD938) x Rue Saint-Julien,
8. Rue Saint-Julien x Rue Dufay,
9. Rue Dufay x Rue Lethuillier Pinel,

Les cartes des pages suivantes présentent les principaux résultats de cette enquête.


Postes d'enquête
Comptages directionnels aux heures de pointe
1
2
3
4
5
6
7
8
9
R DU PETIT QUEVILLY
AV DE CAEN
R DES FRERES SEHY
R AMPERE
R CLAUDINE GUERIN
ALL ROBERT-PAGES
Coll.
Jean Jaurès
PAS PIERRE PETIT
R JEANNE D'ARC
R DUVAL
R BOCQUET
R THEOPHILE MEUNIER
R EMILE MASQUERAY
R DU TERRAIN
R DES MURS SAINT-YON
Éc.
BD DE L'EUROPE
R ALBERT
R DE GESSARD
PAS FLEURY
R LAIR
R JEAN MULLOT
François Truffaut
R DES LIMITES
AV DE LA LIBERATION
R PARMENTIER
R LECUYER
Poste
R D'ELBEUF
Mais. de retraite
R MERIDIENNE
R OCTAVE CRUTEL
R EMILE MALETRA
R HILAIRE CASTELLI
R FRANCOIS MITTERRAND
R JOSEPH LEBAS
R VICTOR BASCH
R FRANKLIN ROOSEVELT
R MAURICE MAILLEAU
R SAINT-JULIEN
R DUFAY PROLONGE
R SAINT-OUEN DE PIERRECOURT
R DU COMMANDANT CHARCOT
ALL MOZART
R BOUCHER DE PERTHES
R DE LA FONDERIE
R PIERRE FONTAINE
PETIT-EVILLY
R JEAN MACE
R EUGENE DAVEY
R ADRIENNE BOLLAND
BD DU 11 NOVEMBRE
R ROGER BESUS
R DE CHANZY
R ETHUILLIER PINEL
IMP DUFAY
R DUFAY
R MARQUIS
R DE CAUVILLE
R DU VIEUX CHATEAU
les Chartreux
R DU GENERAL FOY
R URSIN SCHEID
Admin.
R DE ROSELIES
R LOUIS BLANC
R DE LA MARE DU PARC
R DENIS PAPIN
R DE TRIANON
R LINNE
R VARIN
Trianon
R HORACE
R LUCIEN VALIN
R ADRIEN GENTIL
R JACQUES DAVIEL

I.1.1 - Av. de la Libération (RD938)

La RD 938 est un axe structurant du secteur et permet de rejoindre le centre-ville de Rouen, la voie rapide S3 et le Bd de l'Europe depuis le quartier.

L'Av. de la Libération présente un profil très large avec une voie par sens pour la circulation générale ainsi qu'une voie par sens dédiée à la ligne 4 du réseau THEOR.

L'Av. de la Libération supporte en situation actuelle un volume de trafic important aux heures de pointe, avec 1 164 UVP/h le matin et 1 244 UVP/h le soir, deux sens confondus.

La circulation sur l'Av. de la Libération est dense aux heures de pointe, mais aucun blocage n'est observé. Des remontées de file se forment en amont des carrefours avec l'Av. Jean Jaurès et l'Av. de Caen, mais ces files se résorbent rapidement.

I.1.2 - Rue Saint-Julien

La Rue Saint-Julien est une voie structurante du quartier qui permet de relier le Bd du 11 Novembre (RD938) au Bd de l'Europe.

Le profil de la voie est large, en double sens, avec du stationnement longitudinal sur certaines sections.

La Rue Saint-Julien supporte en situation actuelle un volume de trafic élevé aux heures de pointe.

Le matin, le volume de trafic est de 799 UVP/h au sud de la Rue Parmentier et 746 UVP/ au nord de la Rue de Gessard.

Le soir, le volume de trafic est équivalent avec 832 UVP/h et au sud de la Rue Parmentier et 831 UVP/ au nord de la Rue de Gessard.

Le matin le volume de trafic est plus important en direction du nord. Le soir c'est l'inverse.

Les conditions de circulation sont satisfaisantes aux heures de pointe.

I.1.3 - Rue Parmentier

La Rue Parmentier est une voie de desserte locale du quartier. Elle permet de desservir le site du projet depuis l'Av. de la Libération et la Rue Saint-Julien.

Elle présente un profil en double sens, avec du stationnement longitudinal.

La Rue Parmentier supporte en situation actuelle un faible volume de trafic.

Le matin le volume de trafic est de 108 UVP/h au sud et 87 UVP/h au nord.

Le soir, le volume de trafic est de 96 UVP/h au sud et 70 UVP/h au nord.

Les conditions de circulation sont fluides aux heures de pointe.

I.1.4 - Rue de Gessard

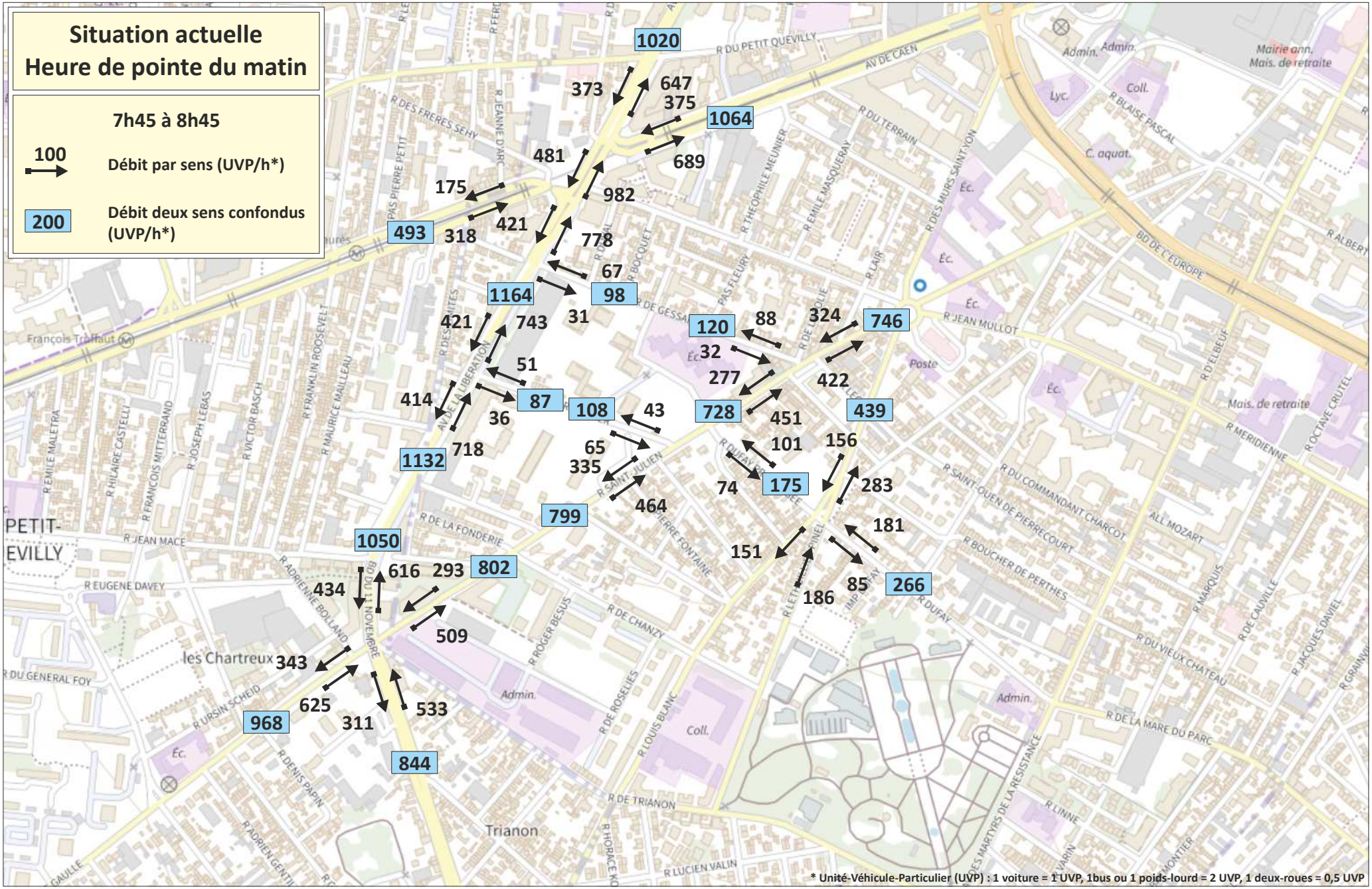
La Rue de Gessard est une voie de desserte locale du quartier. Elle permet de desservir le site du projet depuis l'Av. de la Libération et la Rue Saint-Julien.

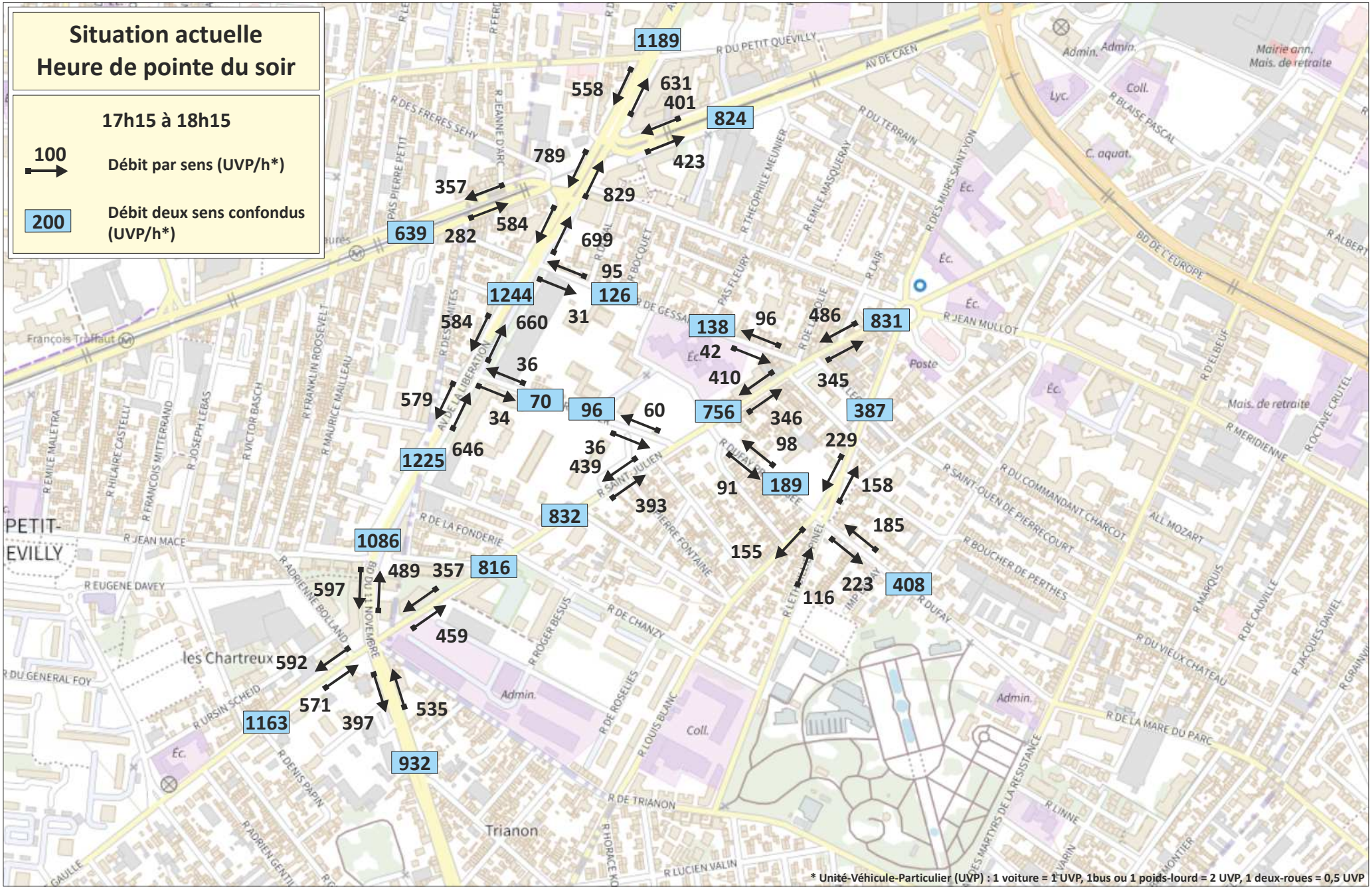
Elle présente un profil en double sens, avec du stationnement longitudinal côté nord.

La Rue de Gessard supporte un faible volume de trafic aux heures de pointe, équivalent au volume de trafic sur la Rue Parmentier. Le matin, le volume de trafic est de 120 UVP/ au sud et 98 UVP/h au nord.

Le soir, le volume de trafic atteint 138 UVP/h au sud et 126 UVP/h au nord.

Les conditions de circulation sont fluides aux heures de pointe.


Situation actuelle
Heure de pointe du matin
7h45 à 8h45
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
1020
373
647
375
1064
689
481
982
175
493
318
421
778
67
1164
98
31
421
743
51
414
87
36
718
1132
108
43
65
335
464
799
120
88
32
277
728
451
101
74
175
324
746
422
439
156
283
181
151
186
85
266
1050
616
293
802
434
509
343
625
311
533
968
844
PETIT-EVILLY
les Chartreux
Trianon
R DU PETIT QUEVILLY
AV DE CAEN
R DES FRERES SEHY
R JEANNE D'ARC
PAIS PIERRE PETIT
R THEOPHILE MEUNIER
R EMILE MASQUERAY
R DU TERRAIN
R DES MURS SAINTYON
BD DE L'EUROPE
R JEAN MULLOT
R D'ELBEUF
R MERIDIENNE
R OCTAVE CRUTEL
R SAINT-OUEN DE PIERRECOURT
R DU COMMANDANT CHARCOT
R BOUCHER DE PERTHES
ALL MOZART
R DU VIEUX CHATEAU
R DE LA MARE DU PARC
R DE CAUVILLE
R JACQUES DAVIEL
R DE LA FONDERIE
R SAINT-JULIEN
R DE CHANZY
R ROGER BESUS
R DE ROSELIES
R LOUIS BLANC
R DE TRIANON
R LUCIEN VALIN
R LINNE
R DUFAY
R ADRIENNE BOLLAND
BD DU 11 NOVEMBRE
R EUGENE DAVEY
R JEAN MACE
R URSIN SCHEID
R DENIS PAPIN
R ADRIEN GENTIL
R DU GENERAL FOY
R EMILE MALETRA
R HILAIRE CASTELLI
R FRANCOIS MITTERRAND
R JOSEPH LEBAS
R VICTOR BASCH
R FRANKLIN ROOSEVELT
R MAURICE MAILLEAU
AV DE LA LIBERATION
François Truffaut
Admin.
Coll.
Lyc.
C. aquat.
Mairie ann.
Mais. de retraite
Poste
Éc.
* Unité-Véhicule-Particulier (UVP) : 1 voiture = 1 UVP, 1bus ou 1 poids-lourd = 2 UVP, 1 deux-roues = 0,5 UVP


Situation actuelle
Heure de pointe du soir
17h15 à 18h15
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
1189
558
631
401
824
423
789
829
357
282
639
584
699
95
126
1244
31
584
660
36
138
96
486
831
42
410
345
579
34
70
96
60
756
346
387
646
1225
36
439
98
229
91
189
158
393
832
185
155
1086
489
357
816
597
116
223
408
459
592
571
397
535
1163
932
Admin.
Coll.
Lyc.
Mairie ann.
Mais. de retraite
C. aquat.
Éc.
Poste
Trianon
les Chartreux
PETIT-EVILLY
François Truffaut
R DU PETIT QUEVILLY
AV DE CAEN
R DES FRERES SEHY
R JEANNE D'ARC
PAIS PIERRE PETIT
R DU TERRAIN
R THEOPHILE MEUNIER
R EMILE MASQUERAY
R DES MURS SAINT-YON
BD DE L'EUROPE
R JEAN MULLOT
R D'ELBEUF
R MERIDIENNE
R OCTAVE CRUTEL
R SAINT-OUEN DE PIERRECOURT
R DU COMMANDANT CHARCOT
ALL MOZART
R BOUCHER DE PERTHES
R DU VIEUX CHATEAU
R DE LA MARE DU PARC
R DE CAUVILLE
R JACQUES DAVIEL
R MARQUIS
R DUFAY
R DE CHANZY
R ROGER BESUS
R DE ROSELIES
R LOUIS BLANC
R DE TRIANON
R LUCIEN VALIN
R LINNE
R DE LA FONDERIE
R SAINT-JULIEN
R JEAN MACE
R EUGENE DAVEY
R ADRIENNE BOLLAND
BD DU 11 NOVEMBRE
R URSIN SCHEID
R DENIS PAPIN
R ADRIEN GENTIL
R DU GENERAL FOY
R EMILE MALETRA
R HILAIRE CASTELLI
R FRANCOIS MITTERRAND
R JOSEPH LEBAS
R VICTOR BASCH
R FRANKLIN ROOSEVELT
R MAURICE MAILLEAU
AV DE LA LIBERATION
R DES LILAS
R BOCQUET
PAS FLEURY
R LAIR
R DE GESSAL
R DE LA POLIE
R DUFAY
R LETELLIER
IMP DUFAY
R PIERRE FONTAINE
R DES MARTYRS DE LA RESISTANCE
R HORACE KO
R VARIN
R MONTIER
* Unité-Véhicule-Particulier (UVP) : 1 voiture = 1 UVP, 1bus ou 1 poids-lourd = 2 UVP, 1 deux-roues = 0,5 UVP

I.2 - Conditions de circulation

Les conditions de circulation sur les principales voies du quartier sont globalement satisfaisantes aux heures de pointe.

La circulation sur l'Av. de la Libération (RD938) est parfois dense mais ne présente pas de saturation. Des remontées de file se forment sur l'Av. de la Libération en amont du carrefour avec l'Av. Jean Jaurès et l'Av. de Caen, mais le carrefour n'est pas saturé et les files de véhicules se résorbent rapidement.

De même, les conditions de circulation sur la Rue Saint-Julien sont satisfaisantes. Des remontées de files se forment parfois en amont du carrefour avec la Rue Dufay (carrefour géré par des feux tricolores), les files de véhicules se résorbent rapidement.

Les conditions de circulation sur les principales voies de desserte locale du quartier sont satisfaisantes aux heures de pointe.

I.2.1 - Rue Saint-Julien x Rue de Gessard

Ce carrefour à 4 branches fonctionne avec une priorité à droite.

Le carrefour supporte un volume de trafic modéré aux heures de pointe, avec 815 UVP/h le matin et 892 UVP/h le soir (somme des trafics entrants sur le carrefour).

Compte tenu du volume de trafic sur la Rue Saint-Julien, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue de Gessard est faible, d'environ 7 s le matin et le soir.

Le carrefour fonctionne de façon fluide.

I.2.2 - Av. de la Libération x Rue de Gessard

Ce carrefour à 3 branches fonctionne avec un stop au débouché de la Rue de Gessard. La présence d'un terre-plein central sur l'Av. de la Libération ne permet pas de tourner à gauche depuis la Rue de Gessard et depuis l'Av. de la Libération.

Aux heures de pointe, le carrefour supporte un volume de trafic de 1 230 UVP/h le matin et 1 337 UVP/h.

Compte tenu du volume de trafic sur la l'Av. de la Libération en direction du Nord, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue de Gessard est faible, d'environ 8 s le matin et le soir.

Le carrefour fonctionne de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue de Gessard se fait de façon satisfaisante.

I.2.3 - Av. de la Libération x Rue Parmentier

Ce carrefour à 3 branches fonctionne avec un stop au débouché de la Rue Parmentier.

La présence d'une ligne continue axiale sur l'Av. de la Libération n'autorise pas à tourner à gauche depuis la Rue Parmentier et depuis l'Av. de la Libération. Malgré cette interdiction, certains usagers tournent à gauche depuis l'Av. de la Libération vers la Rue Parmentier.

Aux heures de pointe, le carrefour supporte un volume de trafic de 1 189 UVP/h le matin et 1 264 UVP/h.

Compte tenu du volume de trafic sur la l'Av. de la Libération en direction du Nord, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue Parmentier est faible, d'environ 8 s le matin et 7 s le soir.

Le carrefour fonctionne de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue Parmentier se fait de façon satisfaisante.

I.2.4 - Rue Saint-Julien x Rue Parmentier

Ce carrefour à 3 branches fonctionne avec un stop au débouché de la Rue Parmentier.

Aux heures de pointe, le carrefour supporte un volume de trafic modéré de 868 UVP/h le matin et 900 UVP/h.

Compte tenu du volume de trafic sur la la Rue Saint-Julien, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue Parmentier est faible, d'environ 8 s le matin et le soir.

Le carrefour fonctionne de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue Parmentier se fait de façon satisfaisante.

I.2.5 - Av. de la Libération x Av. Jean Jaurès

Ce carrefour à 3 branches est géré par des feux tricolores, avec un cycle à deux phases, plus une phase spéciale pour le bus T4 (en site propre) sur déclenchement :

- une phase pour l'Av. de la Libération,
- une phase pour l'Av. Jean Jaurès.

La durée de cycle est entre 90 et 110 s environ.

Le carrefour supporte un volume de trafic élevé aux heures de pointe, avec 1 577 UVP/h le matin et 1 769 UVP/h le soir.

Des remontées de file se forment parfois en amont du carrefour entre l'Av. de la Libération et l'Av. de Caen. Ces files se résorbent rapidement sans créer de blocage. La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe est satisfaisante.

	Réserve de capacité
	Situation actuelle
HP du matin	37%
HP du soir	40%

I.2.6 - Av. de la Libération x Av.de Caen

Ce carrefour à 3 branches est géré par des feux tricolores, avec un cycle à deux phases, plus une phase spéciale pour le bus T4 (en site propre) sur déclenchement :

- une phase pour l'Av. de la Libération,
- une phase pour l'Av de Caen et la Rue du Nouveau Monde.

La durée de cycle est entre 90 et 110 s environ.

Le carrefour supporte un volume de trafic élevé aux heures de pointe, avec 1 817 UVP/h le matin et 1 842 UVP/h le soir.

La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe est satisfaisante.

	Réserve de capacité
	Situation actuelle
HP du matin	37%
HP du soir	44%

I.2.7 – Bd du 11 Novembre x Rue Saint-Julien

Ce carrefour à 4 branches est géré par des feux tricolores, avec un cycle à deux phases :

- une phase pour l'Av. de la Libération,
- une phase pour la Rue Saint-Julien et le Bd Charles de Gaulle.

La durée de cycle est de 90 s environ.

Des voies de stockage des tourne-à-gauche sont aménagées sur le Bd du 11 Novembre en amont du carrefour.

Des remontées de files se forment parfois sur le Bd du 11 Novembre en amont du carrefour avec la Rue de la Fonderie qui est géré par des feux tricolores. Ces remontées atteignent parfois le carrefour avec la Rue Saint-Julien, perturbant parfois son fonctionnement. Ces remontées se résorbent rapidement sans créer de blocage.

Le carrefour supporte un volume de trafic élevé aux heures de pointe, avec 1 884 UVP/h le matin et 2 059 UVP/h le soir.

Les temps de rouge de dégagement sont importants à la fin de la phase de vert de le Bd du 11 Novembre afin de permettre aux véhicules en tourne-à-gauche de dégager le carrefour.

La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe est satisfaisante.

	Réserve de capacité
	Situation actuelle
HP du matin	30%
HP du soir	30%

I.2.8 - Rue Saint-Julien x Rue Dufay

Ce carrefour à 3 branches est géré par des feux tricolores, avec un cycle à deux phases :

- une phase pour la Rue Saint-Julien,
- une phase pour la Rue Dufay.

La durée de cycle est de 60 s environ.

Le carrefour supporte un volume de trafic modéré aux heures de pointe, avec 868 UVP/h le matin et 910 UVP/h le soir.

La réserve de capacité du carrefour aux heures de pointe est satisfaisante.

	Réserve de capacité
	Situation actuelle
HP du matin	55%
HP du soir	61%

I.2.9 - Rue Dufay x Rue Lethuillier Pinel

Ce carrefour à 4 branches fonctionne normalement avec des feux tricolores qui ont été mis hors service. Le carrefour fonctionne donc en situation actuelle avec des « STOP » aux débouchés de la Rue Lethuillier Pinel.

Le carrefour supporte un faible volume de trafic aux heures de pointe, avec 603 UVP/h le matin et 641 UVP/h le soir.

I.4 - Stationnement

Une enquête d'occupation du stationnement a été réalisée sur un périmètre élargi autour du site (cf carte), afin d'analyser la demande en stationnement dans le quartier et de déterminer la réserve de capacité qu'offrirait le secteur d'étude en matière de stationnement.

Préalablement à l'enquête, un relevé exhaustif de l'offre en emplacements de stationnement licites a été réalisé. L'enquête a été réalisée un jeudi. L'ensemble des véhicules présents ont été recensés, en distinguant les véhicules en stationnement licite et illicite, tronçon de voie par tronçon de voie.

Deux relevés de l'occupation ont été réalisés :

- l'après-midi à 15h,
- le soir à 23h.

I.4.1 - Offre

L'offre totale en emplacements de stationnement licites relevée sur l'ensemble du périmètre est de 557 places.

Le stationnement est payant sur la Rue Saint-Julien, entre la Rue Dufay et la Rue Lethuilier Pinel, sur le reste de la zone d'étude, le stationnement est gratuit.

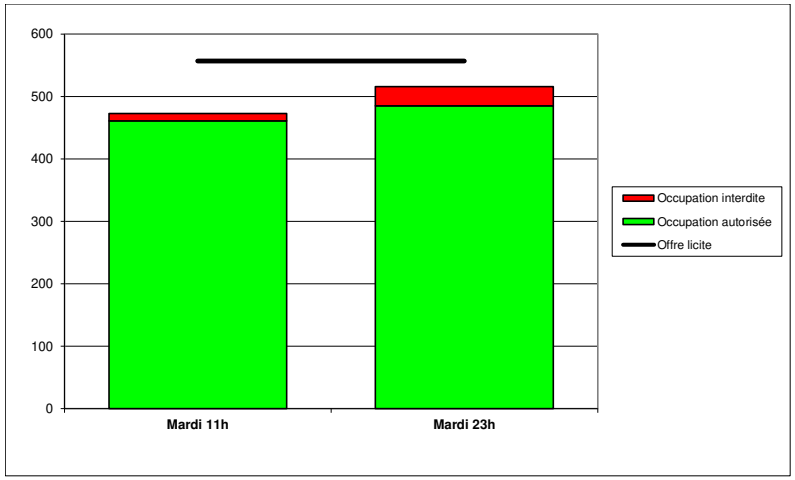
Sur la plupart des voies, le stationnement est longitudinal, sur un ou deux côtés suivant le gabarit des voies.

La localisation de l'offre est représentée sur le plan ci-contre.

I.4.2 - Occupation

L'occupation globale relevée sur l'ensemble du secteur est la suivante (cf. cartes pages suivantes) :

- dans la journée, 473 véhicules au total, dont 461 sur des emplacements licites et 12 sur des emplacements illicites, soit un taux d'occupation global de 85%,
- la nuit, 516 véhicules au total, dont 485 sur des emplacements licites et 31 sur des emplacements illicites, soit un taux d'occupation global de 93 %.



Occupation du stationnement

La journée

Le taux d'occupation global en journée est de 85%. Hormis le secteur payant, la quasi-totalité de l'offre licite de stationnement est occupée. La Rue Parmentier et la Rue de Gessard présentent des taux d'occupation élevés.

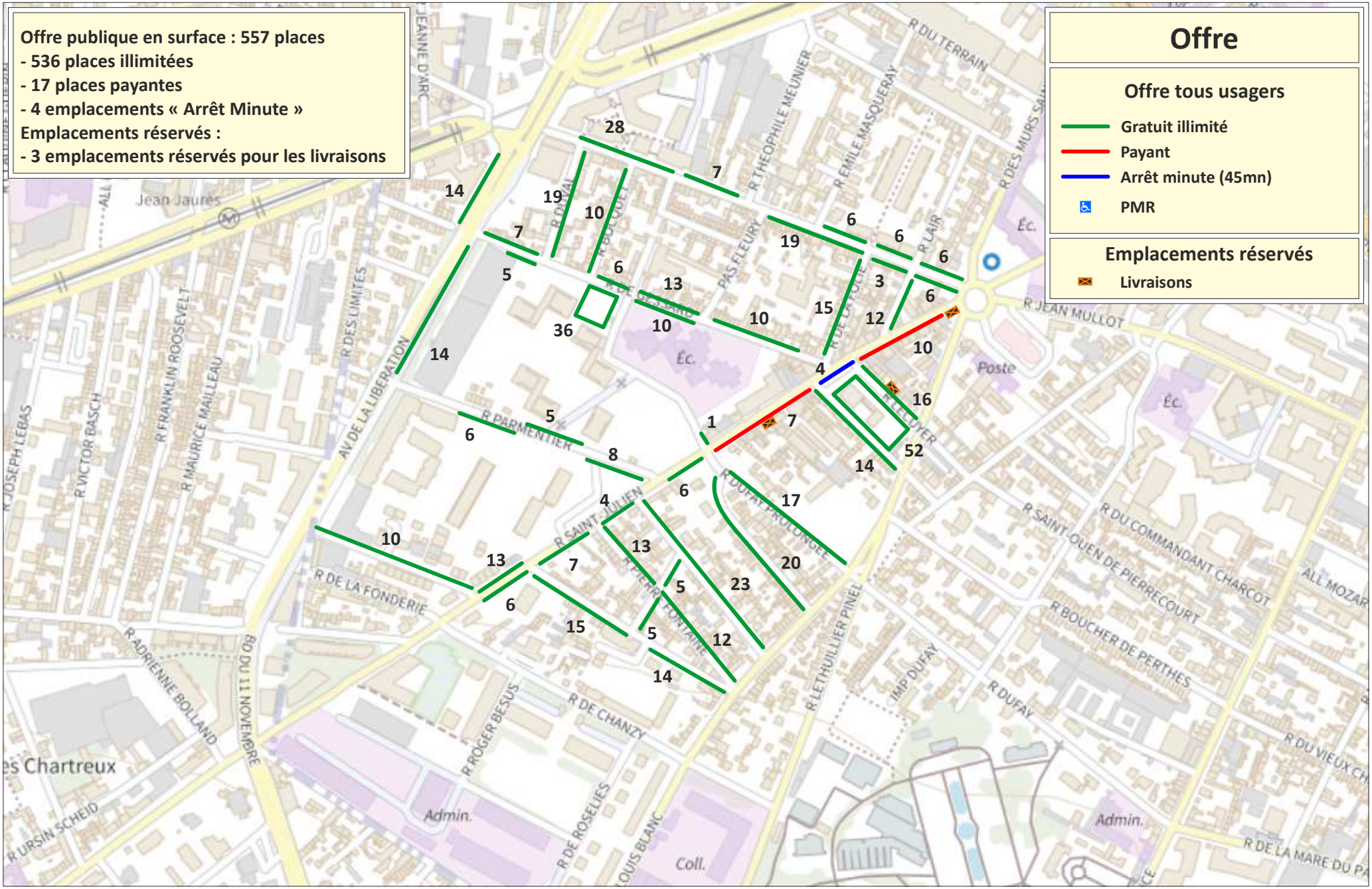
La nuit

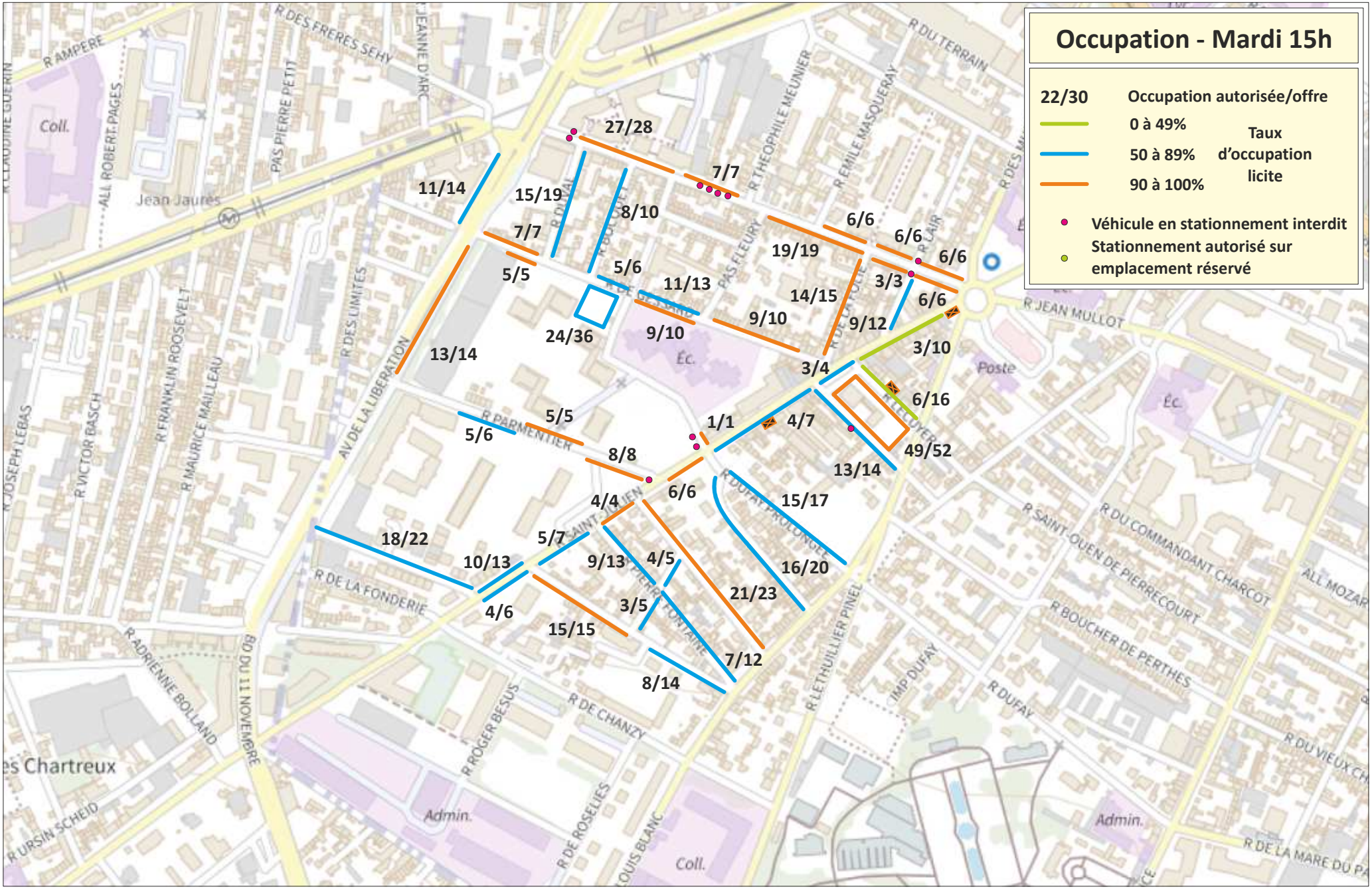
Le taux d'occupation global durant la nuit est de 93%. Hormis le secteur payant, l'ensemble du secteur est saturé, de nombreux véhicules stationnent de manière illicite, et en particulier sur la Rue Parmentier, la Rue de Gessard et la Rue Louis Poterat.

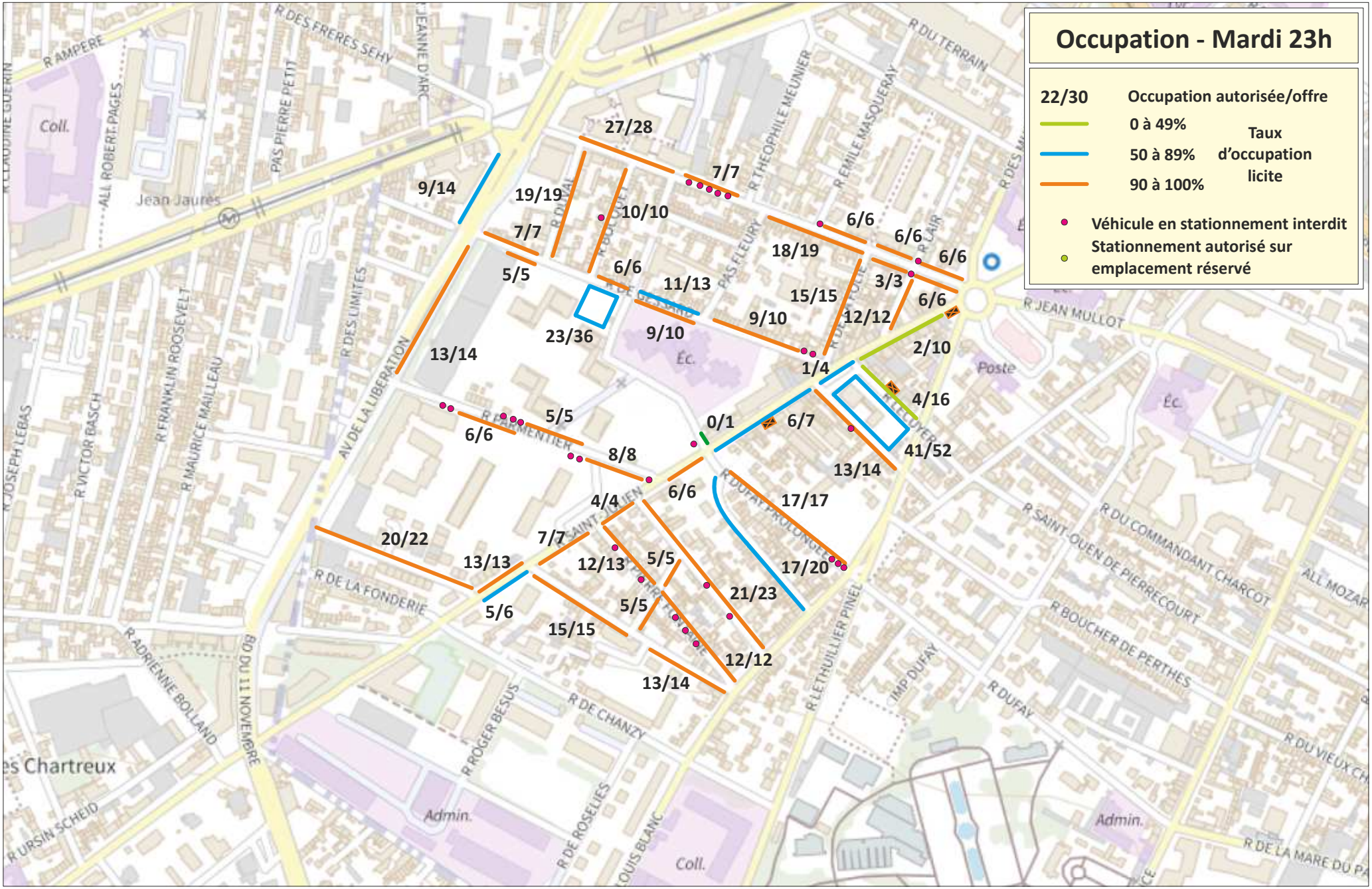
Conclusion

La nuit, le quartier offre une très faible réserve de capacité en terme de stationnement, il est proche de la saturation.

En journée, le taux d'occupation est moins élevé sur l'ensemble du quartier. La réserve de capacité est cependant faible avec 15%.


Offre publique en surface : 557 places
- 536 places illimitées
- 17 places payantes
- 4 emplacements « Arrêt Minute »
Emplacements réservés :
- 3 emplacements réservés pour les livraisons
Offre
Offre tous usagers
Gratuit illimité
Payant
Arrêt minute (45mn)
PMR
Emplacements réservés
Livraisons
Jean Jaurès
R JEANNE D'ARC
R DU TERRAIN
R THÉOPHILE MEUNIER
R ÉMILE MASQUERAY
R DES MURS SAINT
R LAIR
R JEAN MULLOT
Éc.
Poste
PAS FLEURY
R DES LIMITES
AV DE LA LIBÉRATION
R FRANKLIN ROOSEVELT
R MAURICE MAILLEAU
R VICTOR BASCH
R JOSEPH LEBAS
R PARMENTIER
R SAINT JULIEN
R DUFAY PROLONGÉE
R DE LA FONDERIE
R ADRIENNE BOLLAND
BD DU 11 NOVEMBRE
R ROGER BESUS
R DE CHANZY
R DE ROSELIES
LOUIS BLANC
Admin.
Coll.
R LETHUILLIER PINEL
IMP DUFAY
R DUFAY
R SAINT-OUEN DE PIERRECOURT
R DU COMMANDANT CHARCOT
R BOUCHER DE PERTHES
ALL MOZART
R DU VIEUX CH
R DE LA MARE DU PA
R URSIN SCHEID
Chartreux


Occupation - Mardi 15h
22/30 Occupation autorisée/offre
0 à 49%
50 à 89%
90 à 100%
Taux d'occupation licite
Véhicule en stationnement interdit
Stationnement autorisé sur emplacement réservé
27/28
7/7
11/14
15/19
8/10
7/7
5/5
5/6
11/13
24/36
9/10
13/14
19/19
6/6
6/6
6/6
3/3
6/6
14/15
9/10
9/12
3/10
3/4
6/16
49/52
13/14
1/1
4/7
5/5
5/6
8/8
6/6
4/4
15/17
18/22
5/7
10/13
9/13
4/5
16/20
21/23
4/6
3/5
15/15
7/12
8/14
R AMPERE
R DES FRERES SEHY
R JEANNE D'ARC
R CLAUDINE GUERIN
ALL ROBERT-PAGES
PAS PIERRE PETIT
Jean Jaurès
Coll.
R DES LIMITES
R FRANKLIN ROOSEVELT
R MAURICE MAILLEAU
R VICTOR BASCH
R JOSEPH LEBAS
AV DE LA LIBERATION
R PARMENTIER
R DE LA FONDERIE
R ADRIENNE BOLLAND
BD DU 11 NOVEMBRE
R URSIN SCHEID
R ROGER BESUS
R DE CHANZY
R DE ROSELIES
LOUIS BLANC
Admin.
Coll.
Éc.
PAS FLEURY
R THEOPHILE MEUNIER
R EMILE MASQUERAY
R DU TERRAIN
R LAIR
R JEAN MULLOT
Poste
Éc.
R DUFAY PROLONGEE
R LETHUILLIER PINEL
IMP DUFAY
R DUFAY
R SAINT-OUEN DE PIERRECOURT
R DU COMMANDANT CHARCOT
R BOUCHER DE PERTHES
ALL MOZART
R DU VIEUX CH
R DE LA MARE DU PA
Admin.
es Chartreux


Occupation - Mardi 23h
22/30
Occupation autorisée/offre
0 à 49%
50 à 89%
90 à 100%
Taux d'occupation licite
Véhicule en stationnement interdit
Stationnement autorisé sur emplacement réservé
27/28
7/7
9/14
19/19
10/10
7/7
5/5
6/6
11/13
23/36
9/10
13/14
6/6
18/19
15/15
9/10
12/12
3/3
6/6
6/6
6/6
6/6
2/10
1/4
4/16
41/52
13/14
0/1
6/7
5/5
6/6
8/8
6/6
4/4
17/17
20/22
7/7
13/13
12/13
5/5
17/20
21/23
5/6
5/5
15/15
12/12
13/14
R AMPERE
R DES FRERES SEHY
R JEANNE D'ARC
R DU TERRAIN
R THEOPHILE MEUNIER
R EMILE MASQUERAY
PAS PIERRE PETIT
ALL ROBERT PAGES
Jean Jaurès
Coll.
R DES LIMITES
R FRANKLIN ROOSEVELT
R MAURICE MAILLEAU
R VICTOR BASCH
R JOSEPH LEBAS
AV DE LA LIBERATION
R ARMENTIER
PAS FLEURY
R JEAN MULLOT
Poste
Éc.
R DUFAY PROLONGÉE
R SAINT-OUEN DE PIERRECOURT
R DU COMMANDANT CHARCOT
R BOUCHER DE PERTHES
R DUFAY
R LETHUILLIER PINEL
IMP DUFAY
R DE LA FONDERIE
R ADRIENNE BOLLAND
BD DU 11 NOVEMBRE
R ROGER BESUS
R DE CHANZY
R DE ROSELIES
LOUIS BLANC
Admin.
Coll.
R URSIN SCHEID
R DU VIEUX CH
R DE LA MARE DU PA

I.5 - Situation actuelle - Conclusion

Le projet est situé dans un secteur bien desservi par les infrastructures de transport : Ligne de métro, ligne T4 du réseau THEOR, ligne 6 du réseau de bus, RD938, RD3, RD840, Rue Saint Julien, Bd de l'Europe...

Le site est localisé dans un quartier résidentiel avec la présence de commerces et d'activités.

Les conditions de circulation sur les principaux axes autour du quartier sont globalement satisfaisantes aux heures de pointe. La circulation sur l'Av. de la Libération et la Rue Saint-Julien sont denses, mais ne présentent pas de saturation.

Les conditions de circulation sont également satisfaisantes sur le réseau de voirie de desserte locale du quartier.

La Rue Parmentier et la Rue de Gessard qui desservent directement le site supportent un faible volume de trafic en situation actuelle.

En ce qui concerne le stationnement, l'enquête d'occupation du stationnement réalisée autour du site a montré que le quartier présentait un taux d'occupation élevé en journée comme durant la nuit.

La nuit, le quartier est proche de saturation, avec un taux d'occupation du stationnement de 93%.

Durant la journée, le taux d'occupation est moins élevé (85%), avec cependant une faible réserve de capacité.

II - Situation « fil de l'eau »

La situation « fil de l'eau » correspond à une situation à l'horizon de la livraison du projet (2023) :

- ne prenant pas en compte le projet lui-même,
- prenant en compte les autres projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation dans le secteur à cet horizon (2025).

II.1 - Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation

Un recensement a été réalisé pour les projets existants ou approuvés dans le secteur et ayant fait l'objet :

- d'une étude d'incidence environnementale et d'une enquête publique,
- ou d'une évaluation environnementale et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

D'autres projets n'ayant pas fait l'objet d'un avis de l'Autorité Environnementale ont été identifiés aux abords du site. Ces projets ont été également étudiés afin de déterminer leur impact sur les conditions de circulation dans le quartier.

La carte page suivante présente tous les projets recensés dans la situation « fil de l'eau ».

Les projets recensés ont été analysés afin de déterminer leur impact sur l'évolution du trafic dans le secteur étudié.

Cette analyse a été faite de deux manières :

- soit en prenant en compte les données des études de circulation réalisées dans le cadre de l'étude d'impact de chaque projet (génération de trafic, affectation sur le réseau de voirie du secteur…),
- soit, en l'absence d'étude de circulation spécifique, en estimant le trafic engendré et sa répartition sur le réseau de voirie, en fonction du programme de chaque projet, de sa localisation et des répartitions modales spécifiques.

Parmi les projets recensés, plusieurs d'entre eux auront une influence sur les conditions de circulation dans le quartier. Ces projets seront livrés avant 2028 (date de livraison du projet d'aménagement des Pépinières).

Projet « Saint-Julien »

Ce projet prévoit la construction de 216 logements collectifs, d'une résidence services pour les séniors et d'un EHPAD pour une surface de plancher globale de 28 500 m².

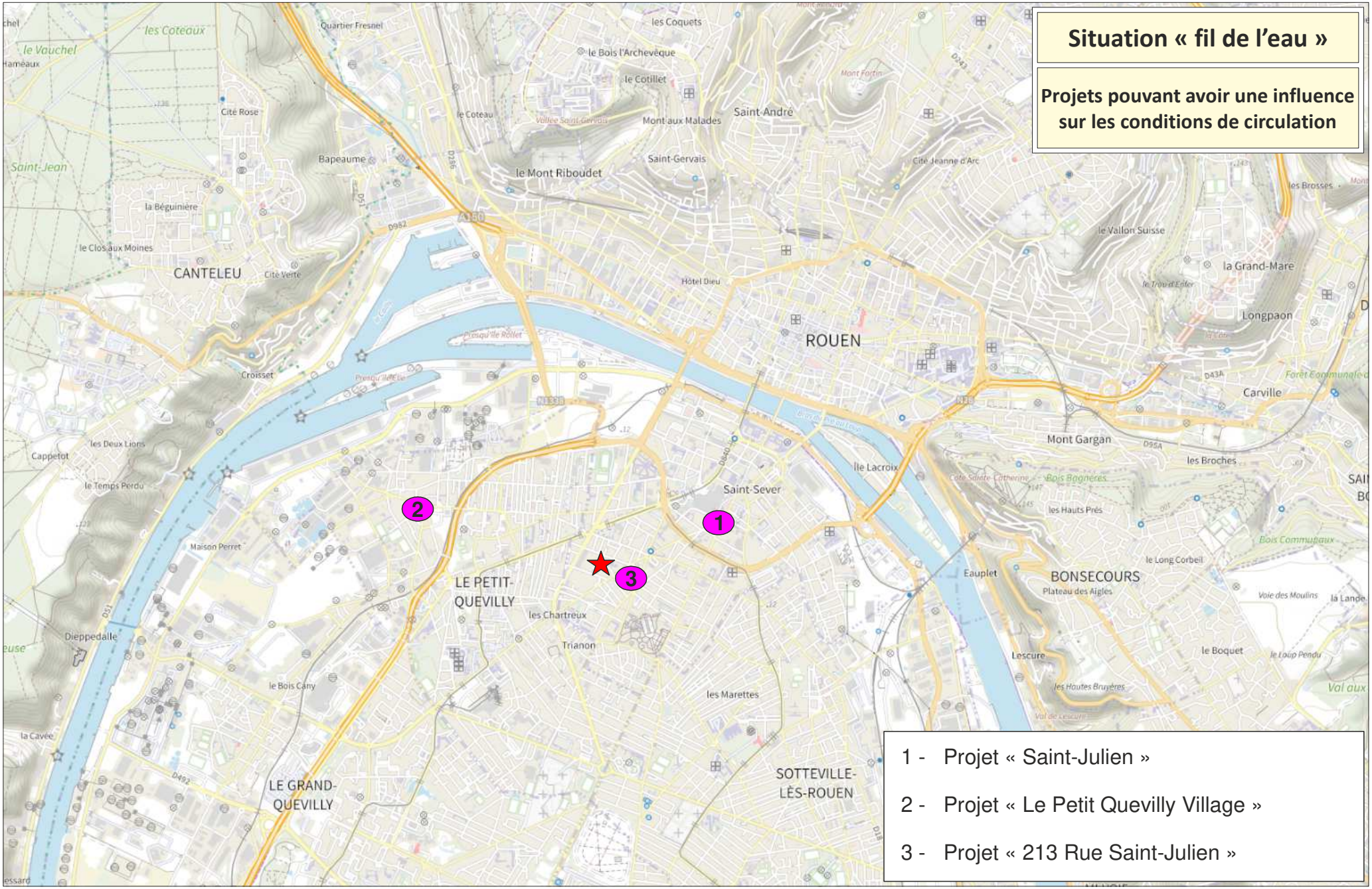
Le projet est situé au nord du Bd de l'Europe, à l'angle de la Rue Saint-Julien et de la Rue Blaise Pascal.

Projet « Le Petit-Quevilly Village »

Ce projet prévoit la construction d'environ 500 logements. Il est situé autour de l'Hôtel de Ville du Petit-Quevilly.

Projet immobilier « 213 Rue Saint-Julien »

Ce projet prévoit la construction de 29 logements. Il est situé à proximité du site, à l'angle de la Rue Saint-Julien et de la Rue Dufay.


Situation « fil de l'eau »
Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation
1 - Projet « Saint-Julien »
2 - Projet « Le Petit Quevilly Village »
3 - Projet « 213 Rue Saint-Julien »
1
2
3
ROUEN
CANTELEU
LE PETIT-QUEVILLY
LE GRAND-QUEVILLY
SOTTEVILLE-LÈS-ROUEN
BONSECOURS
Saint-Sever
Saint-André
Saint-Gervais
Mont-aux Malades
le Mont Riboudet
les Coquets
le Bois l'Archevêque
le Cotillet
Quartier Fresnel
les Coteaux
le Vauchel
Cité Rose
Bapeaume
la Béguinière
le Clos aux Moines
Cité Verte
Croisset
les Deux Lions
Cappetot
le Temps Perdu
Maison Perret
Dieppedalle
le Bois Cany
la Cavée
les Chartreux
Trianon
les Marettes
Hôtel Dieu
Cité Jeanne d'Arc
le Vallon Suisse
la Grand-Mare
Longpaon
Carville
Mont Gargan
les Broches
les Hauts Prés
le Long Corbeil
Plateau des Aigles
Eauplet
Lescure
le Boquet
les Hautes Bruyères
Voie des Moulins
la Lande
Ile Lacroix
les Brosses
Saint-Jean

II.2 - Génération de trafic

Pour ces projets, le trafic engendré aux heures de pointe sera constitué principalement par les déplacements domicile-travail des futurs résidents des nouveaux logements.

II.2.1 - Génération de trafic des projets

Le trafic engendré aux heures de pointe par les logements peut être estimé en fonction du nombre d'emplois par ménage, de la répartition modale des trajets domicile-travail des habitants de Rouen et de Petit-Quevilly et de la qualité de desserte du site par les transports en commun.

II.2.1.1 - Répartition modale

Les tableaux ci-dessous présentent la répartition modale des trajets domicile-travail pour les habitants de Rouen et de Petit-Quevilly (source Insee RGP).

Mode de transport utilisé	Volume	%
Voiture, camion, fourgonnette	21 628	49%
Transports en commun	11 472	26%
Marche à pied (ou rollers, patinette)	7 785	18%
Vélo (y compris à assistance électrique)	1 482	3%
Pas de transport	1 159	3%
Deux-roues motorisé	551	1%
Total	**44 076**	**100%**

Répartition modale du trajet domicile-travail pour les habitants de Rouen

Mode de transport utilisé	Volume	%
Voiture, camion, fourgonnette	5 667	66%
Transports en commun	1 822	21%
Marche à pied (ou rollers, patinette)	518	6%
Pas de transport	250	3%
Vélo (y compris à assistance électrique)	169	2%
Deux-roues motorisé	96	1%
Total	**8 522**	**100%**

Répartition modale du trajet domicile-travail pour les habitants de Petit-Quevilly

II.2.1.2 - Nombre d'emplois par ménage

La commune de Rouen compte 44 828 actifs ayant un emploi pour 63 163 ménages, soit 0,7 emploi par ménage environ (source Insee RGP).

La population des logements de différents projets devrait vraisemblablement être plus active que la moyenne de la commune, et le nombre d'emplois par ménage devrait être plus élevé. Il peut être estimé à **1,1 emploi par ménage**.

II.2.1.3 - Volume de trafic engendré par les logements

Compte tenu de la situation des projets et de leur desserte par les transports en commun, la part modale du véhicule particulier dans les déplacements domicile-travail des futurs résidents devrait être en moyenne d'environ 40% pour les projets situés sur la Rue Saint-Julien et 50% pour le projet « Le Petit-Quevilly Village ».

II.3 - Affectation de trafic des projets

La localisation du lieu de travail des habitants de Rouen et de Petit-Quevilly, utilisant un véhicule particulier comme mode de transport pour le trajet domicile-travail a été étudiée sur la base des données Insee.

Pour chacune des origines et des destinations, l'itinéraire le plus court a été calculé, afin d'établir les voies empruntées. Les itinéraires ont été calculés pour l'heure de pointe du matin et du soir, en fonction des origines/destinations et du plan de circulation du secteur.

II.4 - Évolution du trafic

Heure de pointe du matin

Le volume de trafic à l'heure de pointe du matin sur les principales voies autour du site sera le suivant (deux sens confondus) :

- 759 UVP/h (+13 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur la Rue Saint-Julien au nord de la Rue de Gessard et 810 UVP/h (+11 UVP/h) au sud de la Rue Parmentier,

- 1 028 UVP/h (+8 UVP/h) sur l'Av. de la Libération au nord de l'Av. de Caen, et 1 170 UVP/h (+6 UVP/h) entre la Rue Parmentier et la Rue de Gessard,

- 122 UVP/h (+2 UVP/h) sur la Rue de Gessard au nord de la Rue Saint-Julien

- 110 UVP/h (+2 UVP/h) sur la Rue Parmentier au nord de la Rue Saint-Julien.

Heure de pointe du soir

Le volume de trafic à l'heure de pointe du soir sur les principales voies autour du site sera le suivant (deux sens confondus) :

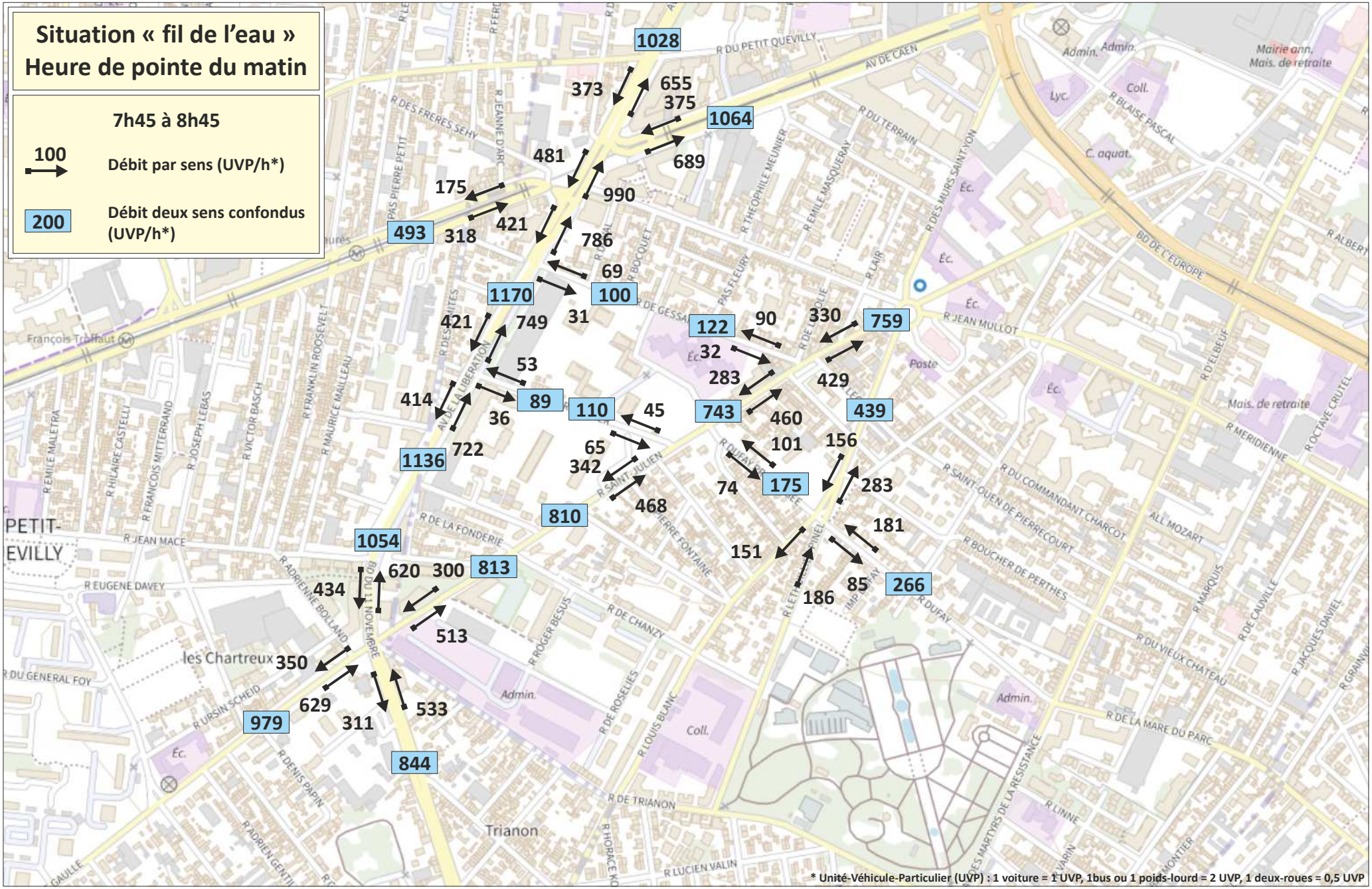
- 843 UVP/h (+12 UVP/h, par rapport à la situation actuelle) sur la Rue Saint-Julien au nord de la Rue de Gessard et 841 UVP/h (+9 UVP/h) au sud de la Rue Parmentier,

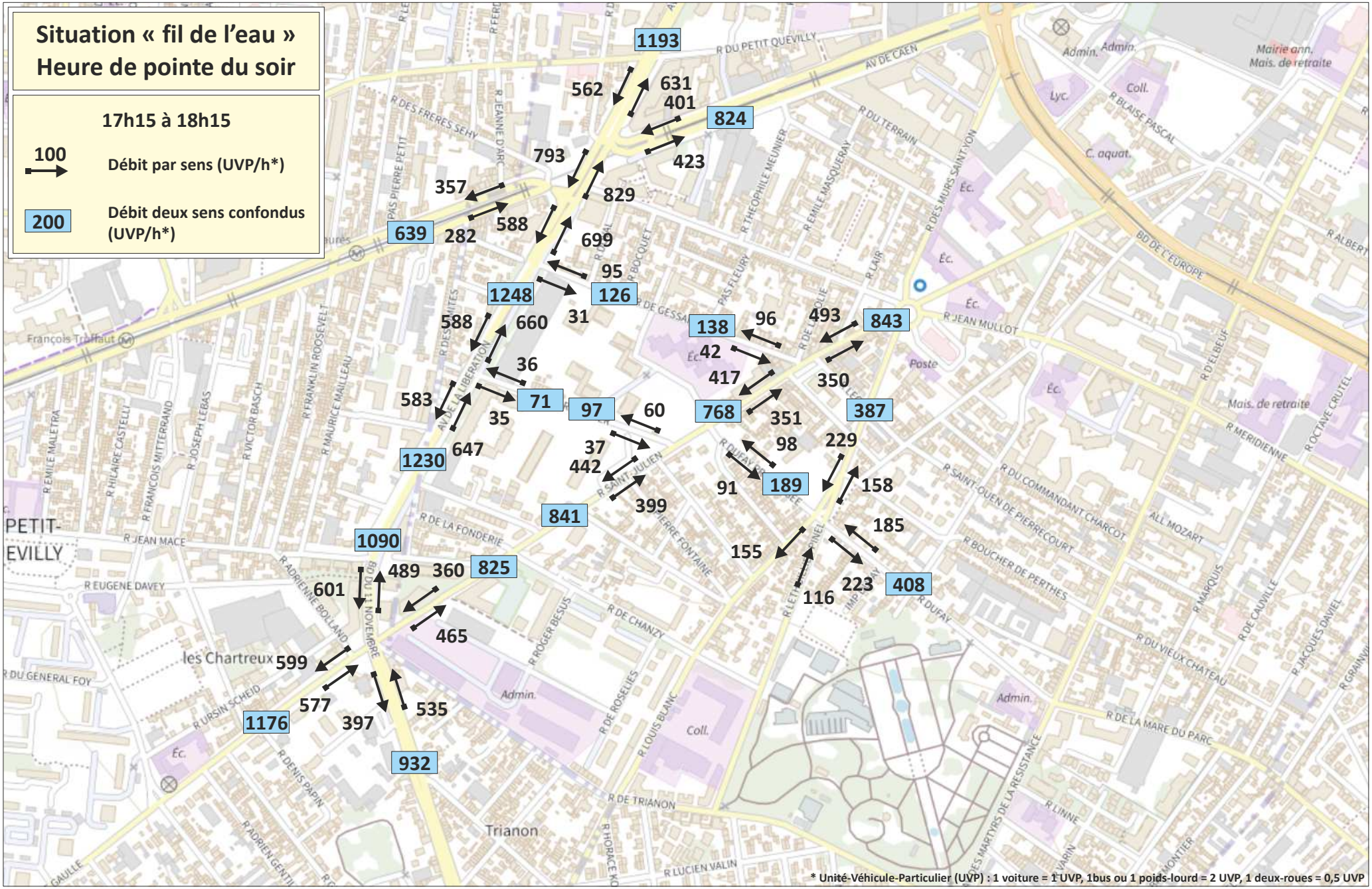
- 1 193 UVP/h (+4 UVP/h) sur l'Av. de la Libération au nord de l'Av. de Caen, et 1 248 UVP/h (+4 UVP/h) entre la Rue Parmentier et la Rue de Gessard,

- 138 UVP/h (inchangé) sur la Rue de Gessard au nord de la Rue Saint-Julien

- 97 UVP/h (+1 UVP/h) sur la Rue Parmentier au nord de la Rue Saint-Julien.

Les cartes des pages suivantes présentent le volume de trafic estimé sur les voies du secteur aux heures de pointe à l'horizon de la situation « fil de l'eau ».


Situation « fil de l'eau »
Heure de pointe du matin
7h45 à 8h45
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
1028
373
655
375
1064
689
481
990
175
493
318
421
786
69
100
1170
31
421
749
53
89
414
36
722
1136
122
90
32
283
743
460
101
175
74
330
759
429
439
110
45
65
342
468
810
156
283
181
151
186
85
266
1054
620
300
813
434
513
350
629
311
533
979
844
* Unité-Véhicule-Particulier (UVP) : 1 voiture = 1 UVP, 1bus ou 1 poids-lourd = 2 UVP, 1 deux-roues = 0,5 UVP


Situation « fil de l'eau »
Heure de pointe du soir
17h15 à 18h15
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
1193
562
631
401
824
423
793
829
357
282
588
639
699
95
126
1248
31
588
660
36
583
35
71
97
60
1230
647
37
442
399
841
138
96
42
417
768
351
98
91
189
493
843
350
387
229
158
185
155
116
223
408
1090
489
360
825
601
465
599
577
397
535
1176
932
Admin.
Mairie ann.
Mais. de retraite
Lyc.
Coll.
C. aquat.
Éc.
Poste
Mais. de retraite
Admin.
Coll.
Trianon
les Chartreux
PETIT-EVILLY
François Truffaut
R DU PETIT QUEVILLY
AV DE CAEN
R DES FRERES SEHY
R JEANNE D'ARC
PAS PIERRE PETIT
R THEOPHILE MEUNIER
R EMILE MASQUERAY
R DU TERRAIN
R DES MURS SAINT-YON
BD DE L'EUROPE
R JEAN MULLOT
R D'ELBEUF
R MERIDIENNE
R OCTAVE CRUTEL
R ALBERT
R BOCQUET
PAS FLEURY
R LAIR
R DE GESSAL
R DE LA LIBERATION
R FRANKLIN ROOSEVELT
R MAURICE MAILLEAU
R VICTOR BASCH
R JOSEPH LEBAS
R FRANCOIS MITTERRAND
R HILAIRE CASTELLI
R EMILE MALETRA
R JEAN MACE
R EUGENE DAVEY
R ADRIENNE BOLLAND
BD DU 11 NOVEMBRE
R DU GENERAL FOY
R URSIN SCHEID
R DENIS PAPIN
R ADRIEN GENTIL
R DE LA FONDERIE
R SAINT-JULIEN
R DUFAY
R SAINT-OUEN DE PIERRECOURT
R DU COMMANDANT CHARCOT
R BOUCHER DE PERTHES
ALL MOZART
R MARQUIS
R DE CAUVILLE
R JACQUES DAVIEL
R DU VIEUX CHATEAU
R DE LA MARE DU PARC
R ROGER BESUS
R DE CHANZY
R DE ROSELIES
R LOUIS BLANC
R DE TRIANON
R HORACE KO
R LUCIEN VALIN
R LINNE
R VARIN
R MONTIER
R DES MARTYRS DE LA RESISTANCE
R PIERRE FONTAINE
R LECHANDELIER
IMP DUFAY
* Unité-Véhicule-Particulier (UVP) : 1 voiture = 1 UVP, 1bus ou 1 poids-lourd = 2 UVP, 1 deux-roues = 0,5 UVP

II.5 - Évolution des conditions de circulation

II.5.1 - Rue Saint-Julien x Rue de Gessard

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 15 UVP/h le matin (soit une augmentation de 2% par rapport à la situation actuelle) et 12 UVP/h le soir (soit une augmentation de 1%).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera très faible.

Compte tenu du volume de trafic sur la Rue Saint-Julien, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue de Gessard demeurera faible, d'environ 7 s le matin et le soir, comme en situation actuelle.

Le carrefour fonctionnera de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue de Gessard se fera de façon satisfaisante.

II.5.2 - Av. de la Libération x Rue de Gessard

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 8 UVP/h le matin (soit une augmentation de moins de 1% par rapport à la situation actuelle) et 4 UVP/h le soir (soit une augmentation de moins de 1%).

Compte tenu du volume de trafic sur l'Av. de la Libération en direction du Nord, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue de Gessard sera faible, d'environ 8 s le matin et le soir, comme en situation actuelle.

Le carrefour fonctionnera de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue de Gessard se fera de façon satisfaisante.

II.5.3 – Av. de la Libération x Rue Parmentier

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 6 UVP/h le matin (soit une augmentation de moins de 1% par rapport à la situation actuelle) et 5 UVP/h le soir (soit une augmentation de moins de 1%).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera très faible.

Compte tenu du volume de trafic sur la l'Av. de la Libération en direction du Nord, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue Parmentier sera faible, d'environ 8 s le matin et 7 s le soir, comme en situation actuelle.

Le carrefour fonctionnera de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue Parmentier se fera de façon satisfaisante.

II.5.4 – Rue Saint-Julien x Rue Parmentier

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 13 UVP/h le matin (soit une augmentation de 1% par rapport à la situation actuelle) et 10 UVP/h le soir (soit une augmentation de 1%).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera très faible.

Compte tenu du volume de trafic sur la la Rue Saint-Julien, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue Parmentier sera faible, d'environ 8 s le matin et le soir, comme en situation actuelle.

Le carrefour fonctionnera de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue Parmentier se fera de façon satisfaisante.

II.5.5 – Av. de la Libération x Av. Jean Jaurès

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 8 UVP/h le matin (soit une augmentation de moins de 1% par rapport à la situation actuelle) et 4 UVP/h le soir (soit une augmentation de moins de 1%).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera très faible.

	Réserve de capacité	
	Situation actuelle	Situation "fil de l'eau"
HP du matin	37%	37%
HP du soir	40%	40%

II.5.6 – Av. de la Libération x Av. de Caen

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire très faible d'environ 8 UVP/h le matin (soit une augmentation de moins de1% par rapport à la situation actuelle) et 4 UVP/h le soir (soit une augmentation de moins de 1%).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera très faible.

	Réserve de capacité	
	Situation actuelle	Situation "fil de l'eau"
HP du matin	37%	37%
HP du soir	44%	44%

II.5.7 – Av. de la Libération x Rue Saint-Julien

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 11 UVP/h le matin (soit une augmentation de moins de 1% par rapport à la situation actuelle) et 13 UVP/h le soir (soit une augmentation de moins de 1%).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera très faible.

	Réserve de capacité	
	Situation actuelle	Situation "fil de l'eau"
HP du matin	30%	30%
HP du soir	30%	29%

II.5.8 – Rue Saint-Julien x Rue Dufay

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 13 UVP/h le matin (soit une augmentation de moins de 1% par rapport à la situation actuelle) et 10 UVP/h le soir (soit une augmentation de 1%).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera très faible.

	Réserve de capacité	
	Situation actuelle	Situation "fil de l'eau"
HP du matin	55%	55%
HP du soir	61%	61%

II.5.9 – Rue Dufay x Rue Lethuillier Pinel

Le carrefour ne sera pas affecté en situation « fil de l'eau ».

III - Situation projetée

La situation future dite « projetée » correspond à la situation à l'horizon de la livraison du projet, prenant en compte les autres projets identifiés (opérations et infrastructures) pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation, ainsi que le projet étudié.

Elle correspond donc ici à **une situation future à l'horizon 2028 avec le projet**.

III.1 - Description du projet

L'opération est située entre l'Av. de la Libération, la Rue Saint-Julien, la Rue Parmentier et la Rue de Gessard. Le projet sera livré en 2028.

Le programme prévoit la réalisation de :

- 600 logements en accession, avec un minimum de 480 places de stationnement, soit environ 0,8 place par logements (conforme au PLU),
- 175 logements sociaux, avec une offre de stationnement de 88 places, soit 0,5 place par logement (conforme au PLU),
- 500 m² pour un cabinet médical,
- 500 m² pour un lieu culturel de type conservatoire,
- 300 m² pour un café hybride de type café-librairie,
- 200 m² pour une crèche.

Une offre supplémentaire de stationnement de 74 places est prévue en sous-sol au niveau de l'îlot Santorin. Cette offre de stationnement sera accessible en location aux médecins et personnels soignants du cabinet médical, ainsi qu'aux employés de la crèche, du café hybride et du conservatoire. Cette demande de stationnement pourrait représenter environ 12 à 15 véhicules. Les autres places seront accessibles en location aux résidents du quartier.

L'offre globale de stationnement sera répartie comme suit :

- 431 places accessibles depuis la Rue Parmentier
- 211 places accessibles depuis la Rue de Gessard.

Ainsi, l'offre de stationnement prévue dans le cadre du projet permettra de répondre à la demande prévisible des futurs résidents (offre de stationnement conforme au PLU) et des employés des différents équipements prévus dans le cadre du projet (offre supplémentaire au niveau de l'îlot Santorin).

En ce qui concerne les usagers des équipements et les clients du commerce (café hybride), la demande de stationnement supplémentaire est estimée entre 10 et 15 véhicules en même temps durant la journée. Cette demande de stationnement étant relativement faible, l'impact sur les conditions de stationnement dans le quartier sera limité. La réserve de capacité du stationnement sera de 12 à 13% au lieu de 15% en situation actuelle. Cette réserve de capacité est faible mais les conditions de stationnement ne seront pas saturées en journée.

La nuit, la demande de stationnement sera principalement constituée par les clients du café hybride. L'impact sur les conditions de stationnement dans le quartier devrait être très faible.


Localisation du projet
ARBRES EXISTANTS CONSERVES
ARBRES // PLAINE ROUANNAISE
ARBRES // RIPISYLVE DE LA SEINE
ARBRES // VERGER CONSERVATOIRE
BOCAGE
CEPEES ET ARBUSTES // SEUIL JARDINE
RUE DE LA LIBERATION
RUE DE GESSARD
RUE DUVAL
RUE BOCQUET
RUE PAMENTIER
RUE SAINT-JULIEN
VENELLE JARDINEE
ALLÉE DE LA PÉPINIÈRE
LOT A1
LOT A2
LOT B
LOT C1
LOT C2
LOT D1
LOT D2
LOT SANTORIN
LOT ST JULIEN
PRAIRIE HUMIDE
SERRE A PAPILLONS
BOSQUET EXISTANT
RESTAURANT
CABANE AUX OISEAUX
PARVIS CRÈCHE ET MATERNELLE
PARVIS ÉLÉMENTAIRE
ÉCOLE MATERNELLE ET ÉLÉMENTAIRE PÉPINIÈRES SAINT-JULIEN
PARVIS SAINT-JULIEN

III.2 - Génération de trafic

Le trafic engendré aux heures de pointe sera constitué principalement par les déplacements domicile-travail des futurs résidents.

Le trafic engendré aux heures de pointe par le programme de logements peut être estimé en fonction du nombre d'emplois par ménage, de la répartition modale des trajets domicile-travail des habitants de Rouen et de la qualité de desserte du site par les transports en commun.

Pour les autres programmes prévus dans le cadre du projet, la génération de trafic aux heures de pointe sera très limitée.

En ce qui concerne le fonctionnement de la crèche, une majorité des enfants du futur équipement viendra des logements prévus dans le cadre du projet et des résidences situés à proximité du site. La dépose des enfants se fera principalement à pied.

III.2.1 - Répartition modale

Les tableaux ci-dessous présentent la répartition modale des trajets domicile-travail pour les habitants de Rouen (source Insee RGP).

Mode de transport utilisé	Volume	%
Voiture, camion, fourgonnette	21 628	49%
Transports en commun	11 472	26%
Marche à pied (ou rollers, patinette)	7 785	18%
Vélo (y compris à assistance électrique)	1 482	3%
Pas de transport	1 159	3%
Deux-roues motorisé	551	1%
Total	**44 076**	**100%**

Répartition modale du trajet domicile-travail pour les habitants de Rouen

III.2.2 - Nombre d'emplois par ménage

La commune de Rouen compte 44 828 actifs ayant un emploi pour 63 163 ménages, soit 0,7 emploi par ménage environ (source Insee RGP).

La population des logements de différents projets devrait vraisemblablement être plus active que la moyenne de la commune, et le nombre d'emplois par ménage devrait être plus élevé. Il peut être estimé à **1,1 emploi par ménage**.

III.2.3 - Volume de trafic engendré par les logements

Compte tenu de la situation du projet et de sa desserte par les transports en commun en situation future, la part modale du véhicule particulier dans les déplacements domicile-travail des futurs résidents devrait être de 40% environ.

Le volume de trafic engendré aux heures de pointe par les 775 logements peut alors être estimé sur la base des éléments suivants :

- 1,1 emplois par ménage,
- 15% des employés en congé, RTT ou arrêt-maladie, travail à distance…
- 40% d'usage du véhicule particulier pour les déplacements domicile-travail,
- 70% des déplacements du matin réalisés pendant l'heure la plus chargée du matin,
- 60% des déplacements du soir réalisés pendant l'heure la plus chargée du soir.

Le trafic engendré aux heures de pointe serait alors le suivant :

- **émission de 210 UVP/h à l'heure de pointe du matin,**
- **attraction de 180 UVP/h à l'heure de pointe du soir.**

Le volume de trafic engendré par le projet prend en compte également l'offre de stationnement supplémentaire de 79 places sur l'îlot Santorin.

La répartition des flux entre les deux voies se fera de la façon suivante :

- 68% par la Rue Parmentier,
- 32% par la Rue de Gessard.

III.3 - Affectation du trafic engendré

La localisation du lieu de travail des habitants de Rouen utilisant un véhicule particulier comme mode de transport pour le trajet domicile-travail a été étudiée sur la base des données Insee.

Pour chacune des origines et des destinations, l'itinéraire le plus court a été calculé, afin d'établir les voies empruntées. Les itinéraires ont été calculés pour l'heure de pointe du matin et du soir, en fonction des origines/destinations et du plan de circulation du quartier. **La répartition estimée est la suivante :**

Heure de pointe du matin

- **45% vers l'Av. de la Libération,**
- **20% vers le Bd de l'Europe,**
- **20% vers la Rue Méridienne,**
- **8% vers le Bd Charles de Gaulle,**
- **5% vers la Rue Saint-Julien nord,**
- **2% vers le Bd du 11 Novembre.**

Heure de pointe du soir

- **35% depuis le Bd de l'Europe nord**
- **20% depuis la Rue Saint-Julien nord,**
- **20% depuis la Rue Méridienne,**
- **15% depuis le Bd Charles de Gaulle,**
- **5% depuis l'Av.de la Libération.**
- **5% depuis le Bd du 11 Novembre.**

III.4 - Évolution du trafic

Le trafic engendré par le projet a été affecté sur le réseau de voirie du quartier.

La répartition des flux sur le réseau de voirie du quartier est impactée par le fonctionnement des carrefours entre l'Av. de la Libération et les voies d'accès direct au projet (Rue de Parmentier et Rue de Gessard). Les mouvements de tourne-à-gauche depuis l'Av. de la Libération vers la Rue de Gessard et vers la Rue Parmentier sont interdits.

Le matin, l'insertion vers l'Av. de la Libération depuis la Rue Parmentier et la Rue de Gessard se faisant dans de bonnes conditions, les flux engendrés par le projet pourront emprunter l'Av. de la Libération dans de bonnes conditions.

Le soir, l'accès en tourne-à-gauche depuis l'Av. de la Libération vers la Rue Parmentier et la Rue de Gessard n'étant pas autorisé, les flux engendrés par le projet emprunteront la Rue Saint-Julien pour accéder aux différents parkings situés sur la Rue Parmentier et la Rue de Gessard.

Les cartes des pages suivantes présentent le volume de trafic sur le réseau de voirie du secteur en situation projetée.

Heure de pointe du matin

À l'heure de pointe du matin, la répartition du trafic engendré entre l'Av. de la Libération et la Rue Saint-Julien se fera de la façon suivante :

- 55% du volume de trafic vers la Rue Saint-Julien,
- 45% du volume de trafic vers l'Av. de la Libération.

Le volume de trafic à l'heure de pointe du matin sur les principales voies autour du site sera le suivant (deux sens confondus) :

- 851 UVP/h (+92 UVP/h, par rapport à la situation « fil de l'eau ») sur la Rue Saint-Julien au nord de la Rue de Gessard et 835 UVP/h (+25 UVP/h) au sud de la Rue Parmentier,
- 1 111 UVP/h (+83 UVP/h) sur l'Av. de la Libération au nord de l'Av. de Caen, et 1 234 UVP/h (+64 UVP/h) entre la Rue Parmentier et la Rue de Gessard,
- 160 UVP/h (+38 UVP/h) sur la Rue de Gessard au nord de la Rue Saint-Julien, et 129 UVP/h (+29 UVP/h) au sud de l'Av. de la Libération,
- 189 UVP/h (+79 UVP/h) sur la Rue Parmentier au nord de la Rue Saint-Julien, et 153 UVP/h (+64 UVP/h) au sud de l'Av. de la Libération.

Les sorties des différents parkings situés sur la Rue Parmentier supporteront un volume de trafic global de 143 UVP/h, dont 79 UVP/h vers le sud en direction de la Rue Saint-Julien, et 64 UVP/h vers le nord en direction de l'Av. de la Libération.

Les sorties des différents parkings situés sur la Rue de Gessard supporteront un volume de trafic global de 67 UVP/h, dont 38 UVP/h vers le sud en direction de la Rue Saint-Julien, et 29 UVP/h vers le nord en direction de l'Av. de la Libération.

Heure de pointe du soir

À l'heure de pointe du soir, la répartition du trafic engendré entre l'Av. de la Libération et la Rue Saint-Julien se fera de la façon suivante :

- 90% du volume de trafic depuis la Rue Saint-Julien,
- 10% du volume de trafic depuis l'Av. de la Libération.

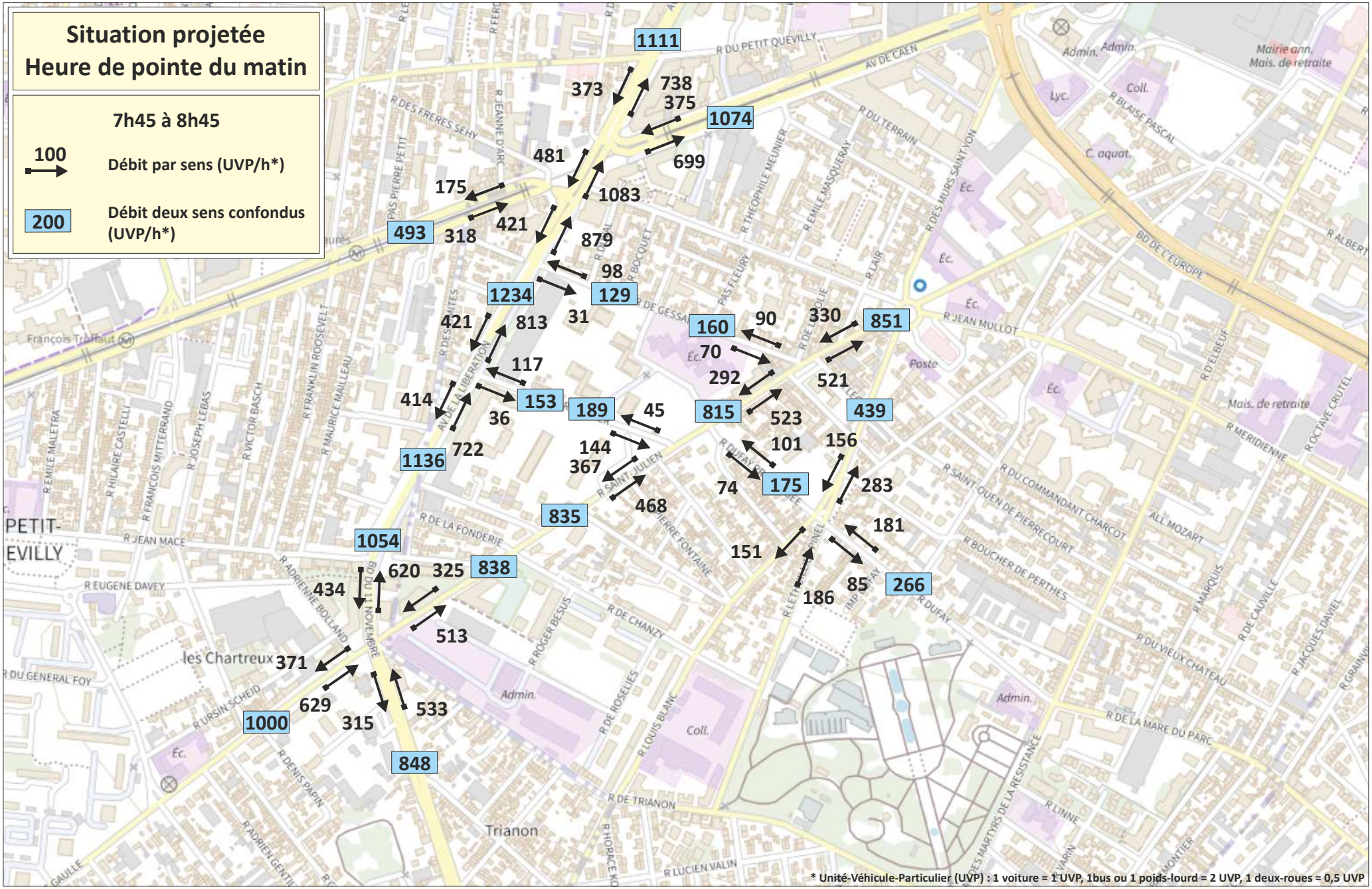
Cette répartition est différente de celle du matin puisque l'accès direct depuis l'Av. de la Libération vers la Rue Parmentier et vers la Rue de Gessard n'est pas autorisé.

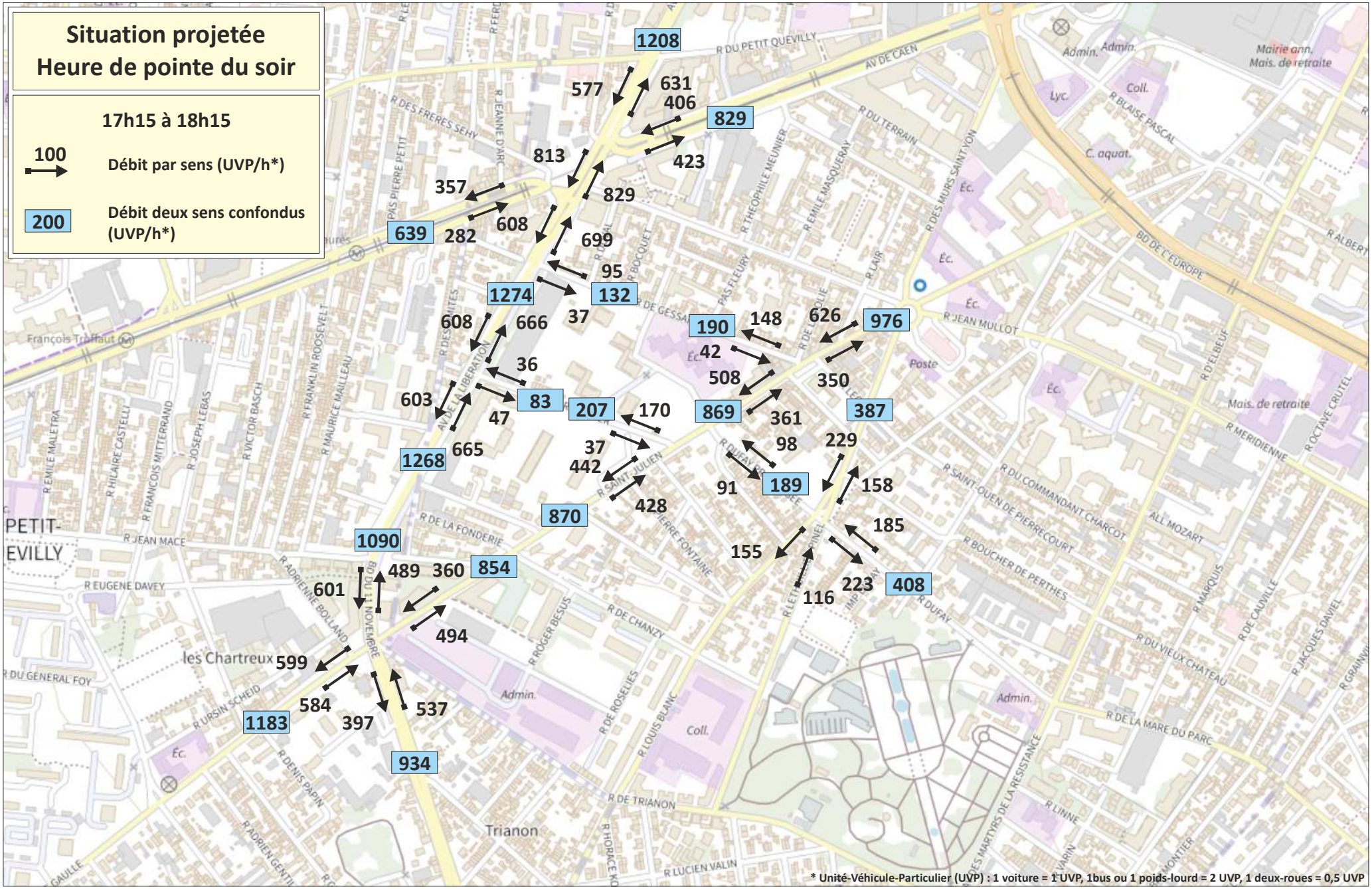
Le volume de trafic à l'heure de pointe du soir sur les principales voies autour du site sera le suivant (deux sens confondus) :

- 976 UVP/h (+133 UVP/h, par rapport à la situation « fil de l'eau ») sur la Rue Saint-Julien au nord de la Rue de Gessard et 870 UVP/h (+29 UVP/h) au sud de la Rue Parmentier,
- 1 208 UVP/h (+15 UVP/h) sur l'Av. de la Libération au nord de l'Av. de Caen, et 1 274 UVP/h (+26 UVP/h) entre la Rue Parmentier et la Rue de Gessard,
- 190 UVP/h (+52 UVP/h) sur la Rue de Gessard au nord de la Rue Saint-Julien, et 132 UVP/h (+6 UVP/h) au sud de l'Av. de la Libération,
- 207 UVP/h (+110 UVP/h) sur la Rue Parmentier au nord de la Rue Saint-Julien, et 83 UVP/h (+12 UVP/h) au sud de l'Av. de la Libération.

Les accès des différents parkings situés sur la Rue Parmentier supporteront un volume de trafic global de 122 UVP/h, dont 110 UVP/h depuis le sud par la Rue Saint-Julien, et 12 UVP/h depuis le nord par l'Av. de la Libération.

Les accès des différents parkings situés sur la Rue de Gessard supporteront un volume de trafic global de 58 UVP/h, dont 52 UVP/h depuis le sud par la Rue Saint-Julien, et 6 UVP/h depuis le nord par l'Av. de la Libération.


Situation projetée
Heure de pointe du matin
7h45 à 8h45
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
1111
373
738
375
1074
699
481
1083
175
493
318
421
879
98
129
1234
31
421
813
160
90
330
851
70
117
292
521
414
153
189
45
815
523
439
36
722
1136
144
101
156
367
74
175
283
468
835
181
1054
620
325
838
151
434
85
266
186
513
371
629
315
533
1000
848
PETIT-EVILLY
les Chartreux
Trianon
R DU PETIT QUEVILLY
AV DE CAEN
R DES FRERES SEHY
R JEANNE D'ARC
PAS PIERRE PETIT
R THEOPHILE MEUNIER
R EMILE MASQUERAY
R DU TERRAIN
R DES MURS SAINT-YON
BD DE L'EUROPE
R JEAN MULLOT
R D'ELBEUF
R MERIDIENNE
R OCTAVE CRUTEL
R SAINT-OUEN DE PIERRECOURT
R DU COMMANDANT CHARCOT
ALL MOZART
R BOUCHER DE PERTHES
R DU VIEUX CHATEAU
R DE LA MARE DU PARC
R DE CAUVILLE
R JACQUES DAVIEL
R MARQUIS
R DUFAY
R DE CHANZY
R ROGER BESUS
R DE ROSELIES
R LOUIS BLANC
R DE TRIANON
R LUCIEN VALIN
R LINNE
R DE LA FONDERIE
R JEAN MACE
R EUGENE DAVEY
R ADRIENNE BOLLAND
BD DU 11 NOVEMBRE
R DENIS PAPIN
R URSIN SCHEID
R DU GENERAL FOY
R EMILE MALETRA
R HILAIRE CASTELLI
R FRANCOIS MITTERRAND
R JOSEPH LEBAS
R VICTOR BASCH
R FRANKLIN ROOSEVELT
R MAURICE MAILLEAU
AV DE LA LIBERATION
R SAINT-JULIEN
R PIERRE FONTAINE
R DE GESSAL
PAS FLEURY
R BOCQUET
R LAIR
R DE LOOSLIE
R DUFAY
IMP DUFAY
R LEETHINEL
R DES MARTYRS DE LA RESISTANCE
R ALBERT
Admin.
Mairie ann.
Mais. de retraite
Lyc.
Coll.
C. aquat.
Éc.
Poste
François Truffaut
* Unité-Véhicule-Particulier (UVP) : 1 voiture = 1 UVP, 1bus ou 1 poids-lourd = 2 UVP, 1 deux-roues = 0,5 UVP


Situation projetée
Heure de pointe du soir
17h15 à 18h15
100
Débit par sens (UVP/h*)
200
Débit deux sens confondus (UVP/h*)
1208
577
631
406
829
423
813
829
357
282
608
639
699
95
132
1274
37
608
666
36
603
47
83
665
1268
190
148
626
976
42
508
350
869
361
387
207
170
37
442
428
870
98
229
91
189
158
185
155
116
223
408
1090
489
360
854
601
494
599
584
397
537
1183
934
* Unité-Véhicule-Particulier (UVP) : 1 voiture = 1 UVP, 1bus ou 1 poids-lourd = 2 UVP, 1 deux-roues = 0,5 UVP

III.5 - Fonctionnement des voies et des principaux carrefours

III.5.1 - Rue Saint-Julien x Rue de Gessard

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 101 UVP/h le matin (soit une augmentation de 12% par rapport à la situation « fil de l'eau ») et 143 UVP/h le soir (soit une augmentation de 16%).

Le matin, le trafic supplémentaire sera principalement constitué par des flux en tout-droit depuis la Rue Saint-Julien sud (63 UVP/h), et des tourne-à-gauche depuis la Rue de Gessard (29 UVP/h).

Le soir, le trafic supplémentaire sera constitué par des flux depuis la Rue Saint-Julien nord (91 UVP/h en tout-droit et 42 UVP/h en tourne-à-droite), et de des tourne-à-gauche depuis la Rue Saint-Julien sud (10 UVP/h).

Compte tenu du volume de trafic sur la Rue Saint-Julien, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue de Gessard demeurera faible, d'environ 9 s le matin au lieu de 7 s en situation « fil de l'eau », et 8 s le soir au lieu de 7 s.

Compte tenu du volume de trafic et des conditions de fonctionnement prévisibles, il n'apparaît pas nécessaire de prévoir une voie de tourne-à-gauche ni un élargissement localisé sur la Rue Saint-Julien au niveau du carrefour.

Le carrefour fonctionnera de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue de Gessard se fera de façon satisfaisante.

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera très modéré.

III.5.2 - Av. de la Libération x Rue de Gessard

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 93 UVP/h le matin (soit une augmentation de 8% par rapport à la situation « fil de l'eau ») et 26 UVP/h le soir (soit une augmentation de 2%).

Le matin, le trafic supplémentaire sera principalement constitué par des flux en tout-droit depuis l'Av. de la Libération sud (64 UVP/h), et des tourne-à-droite depuis la Rue de Gessard (29 UVP/h).

Le soir, le trafic supplémentaire sera constitué par des flux en tout-droit depuis l'Av. de la Libération nord (20 UVP/h), et des tourne-à-droite depuis l'Av. de la Libération sud (6 UVP/h).

Compte tenu du volume de trafic sur la l'Av. de la Libération en direction du Nord, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue de Gessard sera faible, d'environ 10 s le matin au lieu de 8 s en situation « fil de l'eau », et de 8 s le soir comme en situation « file de l'eau ».

Le carrefour fonctionnera de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue de Gessard se fera de façon satisfaisante.

III.5.3 – Av. de la Libération x Rue Parmentier

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 64 UVP/h le matin (soit une augmentation de 5% par rapport à la situation « fil de l'eau ») et 38 UVP/h le soir (soit une augmentation de 3%).

Le matin, le trafic supplémentaire sera constitué par des flux en tourne-à-droite depuis la Rue Parmentier (64 UVP/h).

Le soir, le trafic supplémentaire sera constitué par des flux en tout-droit depuis la l'Av. de la Libération nord (20 UVP/h), et des flux depuis l'Av. de la Libération sud (12 en tourne-à-droite et 6 UVP/h en tout-droit).

Compte tenu du volume de trafic sur la l'Av. de la Libération en direction du Nord, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue Parmentier sera faible, d'environ 9 s le matin au lieu de 8 s en situation « fil de l'eau » et 7 s le soir, comme en situation « fil de l'eau ».

Le carrefour fonctionnera de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue Parmentier se fera de façon satisfaisante.

III.5.4 – Rue Saint-Julien x Rue Parmentier

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 88 UVP/h le matin (soit une augmentation de 10% par rapport à la situation « fil de l'eau ») et 120 UVP/h le soir (soit une augmentation de 13%).

Le matin, le trafic supplémentaire sera principalement constitué par des flux depuis la Rue Parmentier (63 UVP/h en tourne-à-gauche et 16 UVP/h en tourne-à-droite), et des tout-droit depuis la Rue Saint-Julien nord (9 UVP/h).

Le soir, le trafic supplémentaire sera constitué par des flux en tourne-à-droite depuis la Rue Saint-Julien nord (91 UVP/h), et des flux depuis la Rue Saint-Julien sud (19 UVP/h en tourne-à-gauche et 10 UVP/h en tout-droit).

Compte tenu du volume de trafic sur la Rue Saint-Julien, le temps d'attente moyen des véhicules au débouché de la Rue Parmentier sera faible, d'environ 10 s le matin au lieu de 8 s en situation « fil de l'eau », et 8 s le soir comme en situation « fil de l'eau ».

Compte tenu du volume de trafic et des conditions de fonctionnement prévisibles, il n'apparaît pas nécessaire de prévoir une voie de tourne-à-gauche ni un élargissement localisé sur la Rue Saint-Julien au niveau du carrefour.

Le carrefour fonctionnera de façon fluide. L'insertion des véhicules depuis la Rue Parmentier se fera de façon satisfaisante.

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera très modéré.

III.5.5 – Av. de la Libération x Av. Jean Jaurès

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 93 UVP/h le matin (soit une augmentation de 6% par rapport à la situation « fil de l'eau ») et 20 UVP/h le soir (soit une augmentation de 1%).

Le matin, le trafic supplémentaire sera principalement constitué par des flux en tout-droit depuis l'Av. de la Libération sud (93 UVP/h).

Le soir, le trafic supplémentaire sera constitué par des flux en tout-droit depuis l'Av. de la Libération nord (91 UVP/h).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera faible. Les réserves de capacité du carrefour demeureront satisfaisantes.

	Réserve de capacité		
	Situation actuelle	Situation "fil de l'eau"	Situation projetée
HP du matin	51%	37%	33%
HP du soir	47%	40%	39%

III.5.6 – Av. de la Libération x Av. de Caen

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 93 UVP/h le matin (soit une augmentation de 5% par rapport à la situation « fil de l'eau ») et 20 UVP/h le soir (soit une augmentation de 1%).

Le matin, le trafic supplémentaire sera principalement constitué par des flux en depuis l'Av. de la Libération sud (83 UVP/h en tout-droit et 10 UVP/h en tourne-à-droite).

Le soir, le trafic supplémentaire sera constitué par des flux en tout-droit depuis l'Av. de la Libération nord (15 UVP/h), et des tourne-à-gauche depuis l'Av. de Caen (5 UVP/h).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera faible. Les réserves de capacité du carrefour demeureront satisfaisantes.

	Réserve de capacité		
	Situation actuelle	Situation "fil de l'eau"	Situation projetée
HP du matin	53%	37%	33%
HP du soir	55%	44%	44%

III.5.7 – Av. de la Libération x Rue Saint-Julien

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 25 UVP/h le matin (soit une augmentation de 1% par rapport à la situation « fil de l'eau ») et 29 UVP/h le soir (soit une augmentation de 1%).

Le matin, le trafic supplémentaire sera principalement constitué par des flux depuis la Rue Saint-Julien (21 UVP/h en tout-droit et 4 UVP/h en tourne-à-droite).

Le soir, le trafic supplémentaire sera constitué par des flux en tout-droit depuis l'Av. du 11 Novembre (20 UVP/h), et des tout-droit depuis le Bd Charles de Gaulle (7 UVP/h).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera faible. Les réserves de capacité du carrefour demeureront satisfaisantes.

	Réserve de capacité		
	Situation actuelle	Situation "fil de l'eau"	Situation projetée
HP du matin	58%	30%	30%
HP du soir	56%	29%	28%

III.5.8 – Rue Saint-Julien x Rue Dufay

Le carrefour supportera un volume de trafic supplémentaire d'environ 72 UVP/h le matin (soit une augmentation de 8% par rapport à la situation « fil de l'eau ») et 101 UVP/h le soir (soit une augmentation de 11%).

Le matin, le trafic supplémentaire sera principalement constitué par des flux en tout-droit depuis la Rue Saint-Julien sud 63 UVP/h), et tout-droit depuis la Rue Saint-Julien nord (9 UVP/h).

Le soir, le trafic supplémentaire sera principalement constitué par des flux en tout-droit depuis la Rue Saint-Julien nord 91 UVP/h), et tout-droit depuis la Rue Saint-Julien sud (10 UVP/h).

L'impact sur le fonctionnement du carrefour sera modéré. Les réserves de capacité du carrefour demeureront satisfaisantes.

	Réserve de capacité		
	Situation actuelle	Situation "fil de l'eau"	Situation projetée
HP du matin	75%	55%	50%
HP du soir	60%	61%	55%

III.5.9 – Rue Dufay x Rue Lethuillier Pinel

Le carrefour ne sera pas affecté en situation projetée.

III.5.10 - Les accès aux parkings

Compte tenu du volume de trafic et des conditions de fonctionnement prévisibles, il n'apparaît pas nécessaire de prévoir une voie de tourne-à-gauche ni un élargissement localisé sur la Rue Parmentier et la Rue de Gessard au niveau des accès aux différents parkings du projet.

III.6 - Situation projetée - Conclusion

Le trafic engendré aux heures de pointe serait alors le suivant :

émission de 210 UVP/h, à l'heure de pointe du matin,

attraction de 180 UVP/h à l'heure de pointe du soir.

Le matin, le volume de trafic engendré par le projet se répartit bien sur l'ensemble des voies du quartier. L'impact sur les conditions de circulation est faible.

Le soir, les flux engendrés par le projet emprunteront davantage la Rue Saint-Julien pour accéder aux différents parkings du projet situés sur la Rue Parmentier et la Rue de Gessard. L'impact demeurera cependant modéré, avec un fonctionnement satisfaisant des principaux carrefours situé le long de la Rue Saint-Julien.

Les entrées et sorties des différents accès des parkings se feront dans de bonnes conditions.

En ce qui concerne le stationnement, l'impact sur les conditions de stationnement dans le quartier devrait être limité.

IV - Situation cumulée

La situation cumulée correspond à un horizon plus lointain que la livraison du projet lui-même, prenant en compte l'effet de l'ensemble des autres projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation dans le secteur.

IV.1 - Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation

Un recensement a été réalisé pour les projets existants ou approuvés dans le secteur et ayant fait l'objet (voir carte page suivante) :

- d'une étude d'incidence environnementale et d'une enquête publique,
- ou d'une évaluation environnementale et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Projet « Saint-Sever Nouvelle Gare »

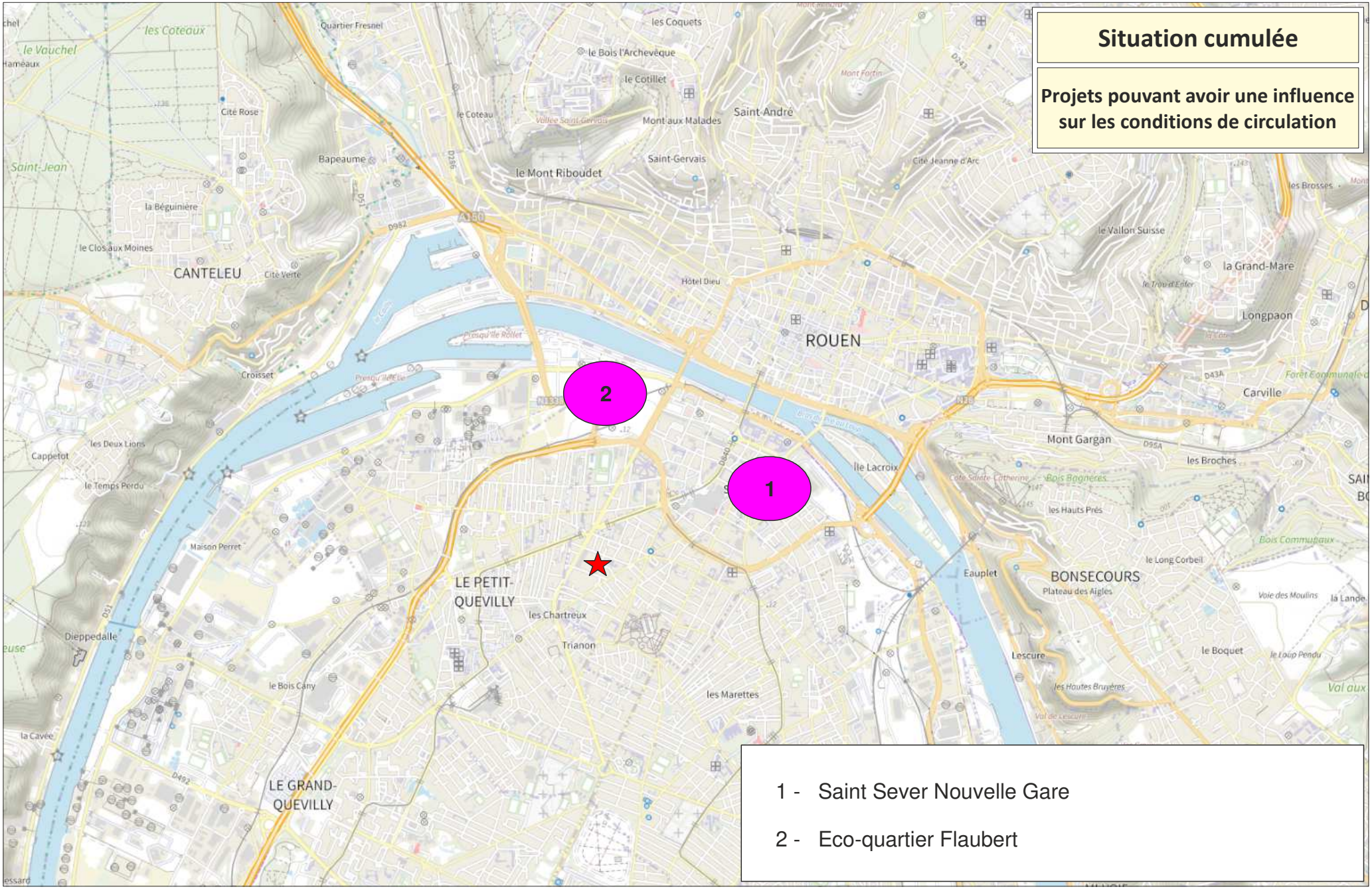
Saint-Sever Nouvelle Gare est un projet vise d'une part à accueillir la nouvelle gare centrale de Rouen autour un nouveau tissu urbain comprenant un pôle d'échanges multimodal complet et d'autre part à redynamiser le quartier Saint-Sever existant.

Il prévoit la réalisation d'un ensemble immobilier avec environ 1 000 logements, et 140 000 m² de surfaces tertiaires, entre réhabilitations et nouvelles constructions.

Eco-quartier Flaubert

Ce projet est situé entre la Seine, la RN138.

Il prévoit la réalisation d'un ensemble immobilier avec environ 500 000 m² SDP (2 500 à 2 700 logements, 250 000 m² SDP de bureaux…).


Situation cumulée
Projets pouvant avoir une influence sur les conditions de circulation
1
2
ROUEN
CANTELEU
LE PETIT-QUEVILLY
LE GRAND-QUEVILLY
BONSECOURS
Mont Gargan
Saint-André
Saint-Gervais
Mont aux Malades
le Mont Riboudet
Carville
la Grand-Mare
Longpaon
les Coteaux
le Vauchel
Saint-Jean
Bapeaume
Cité Rose
Quartier Fresnel
les Coquets
le Bois l'Archevêque
le Cotillet
le Coteau
Cité Jeanne d'Arc
les Brosses
le Vallon Suisse
la Béguinière
le Clos aux Moines
Cité Verte
Hôtel Dieu
Croisset
les Deux Lions
Cappetot
le Temps Perdu
Maison Perret
Dieppedalle
le Bois Cany
la Cavée
les Chartreux
Trianon
les Marettes
Île Lacroix
les Broches
les Hauts Prés
le Long Corbeil
Eauplet
Plateau des Aigles
Lescure
le Boquet
la Lande
1 - Saint Sever Nouvelle Gare
2 - Eco-quartier Flaubert

IV.2 - Évolution du trafic et conditions de circulation

La localisation des deux projets, à proximité de de voies structurantes de la commune RN338, RN138, RD18E, Bd de l'Europe limitera considérablement l'impact du projet sur les voies quartier et sur la Rue Saint-Julien et l'Av. de la Libération.

D'autre part, le projet Saint-Sever Nouvelle Gare permettra de mettre en œuvre une politique de transport ambitieuse de report modal des véhicules particuliers vers les transports en commun. Les études à venir permettront de préciser la programmation et la faisabilité du pôle d'échanges multimodal et des lignes de transports en commun prévus dans le cadre du projet.

Pour toutes ces raisons, l'évolution du trafic aux heures de pointe en situation cumulée sera limitée sur le réseau de voirie du quartier.

Les conditions de circulation dans le quartier en situation cumulée seront équivalentes à celles de la situation projetée.

Sur l'ensemble du quartier les conditions de circulation demeureront donc satisfaisantes.

V - Condition de circulation en phase chantier

V.1 - Planning prévisionnel des travaux

La réalisation des travaux du projet est prévue en 3 phases.

Le planning prévisionnel **pour chaque phase des travaux** est étalé sur 24 mois, dont :

- préparation et installation de chantier : 2 mois,
- terrassement : 3 mois,
- gros œuvre d'infrastructure : 4 mois
- gros œuvre superstructure : 7 mois,
- corps d'états secondaires : 6 mois,
- livraison : 3 mois.

Le chevauchement des tâches et le phasage d'exécution permettront de rester dans le délai global de 24 mois pour chacune des 3 phases des travaux.

V.2 - Volume de trafic poids-lourds

L'activité du chantier implique nécessairement des mouvements quotidiens de poids-lourds.

Lors du chantier de construction du projet, les trafics de poids-lourds les plus importants auront lieu pendant la période durant laquelle seront réalisées les opérations de terrassement, **soit au cours des 3 premiers mois de chacune des 3 phases des travaux**.

À ce stade d'avancement des études, les flux poids-lourds n'ont pas encore été estimés pour chaque phase des travaux.

En comparaison à d'autres projets de même envergure, les flux poids-lourds ne devraient pas dépasser **15 poids-lourds par jour** en entrée et en sortie pendant la phase terrassement de chaque phase (3 mois pour chacune des 3 phases des travaux).

Ces flux correspondent à un trafic horaire modéré de **2 camions en entrée et en sortie pendant 3 mois de chacune des 3 phases des travaux**.

Pour les travaux de gros œuvre et de corps d'états secondaires, les flux sont moins importants.

V.3 - Fonctionnement des accès au chantier

À ce stade d'avancement des études, le plan d'organisation du chantier n'est pas encore établi.

Cependant, l'organisation du chantier sera conçue de façon à garantir le maintien de la circulation sur les différentes voies du quartier pendant toute la durée du chantier. Le chantier n'impliquera pas de modification du plan de circulation, ni de fermeture de voie.

Les accès au chantier depuis la Rue de Gessard seront implantés sur la section située entre l'Allée des Pépinières et l'Av. de la Libération, afin de limiter l'impact sur le fonctionnement des accès du groupe scolaire.

Les poids-lourds seront déchargés dans l'enceinte du chantier afin de limiter l'impact sur les conditions de circulation sur le réseau de voirie. Un système de gestion des poids-lourds permettra un accès rapide au site sans attendre sur la voie.

Les accès seront parfaitement contrôlés et gérés par un personnel, en place en permanence, dans un poste dédié à la gestion des dessertes du chantier.

Une signalétique provisoire et un plan de circulation seront mis en place pour indiquer les itinéraires recommandés depuis les principaux carrefours et favoriser les accès en tourne-à-droite.

7

Etude acoustique
réalisée par AGIRACOUSTIQUE
(Mai 2022)

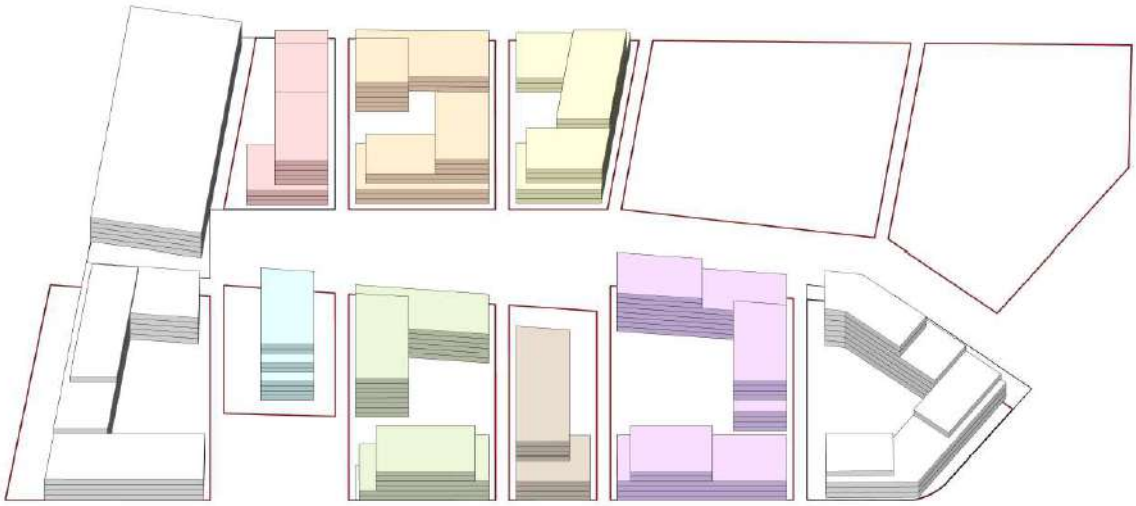
AgirAcoustique

Dieppe • Rouen • Paris

Tél: 02 77 23 60 56 • contact@agiracoustique.fr

Les pépinières à Rouen

Etude d'impact sonore



N° de dossier	Rédacteur	Vérificateur	Version	Date
22025156	NG	CA	0	31/05/2022

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION

Ce rapport vise à étudier l'environnement sonore actuelle de l'ensemble de la zone d'étude ainsi que les incidences sonores du projet de construction d'un quartier résidentiel « Le Jardin des pépinières » sur la commune de Rouen, entre l'avenue de la Libération et l'allée des Pépinières.

La situation actuelle est décrite sur base d'une campagne de mesure de 6 points de courte durée (≈30 min) en période diurne et nocturne.

La situation existante est ensuite modélisée (logiciel CadnaA) et des cartes de bruit sont réalisées pour l'ensemble de la zone de projet puis recalées grâce aux mesures acoustiques.

Le projet est tout d'abord étudié de manière qualitative en identifiant les sources de bruits induites par le projet ainsi que les zones les plus sensibles.

L'impact sonore du projet est ensuite évalué à partir du modèle informatique réalisé dans lequel les bâtiments du projet sont intégrés (gabarits) ainsi que l'augmentation du trafic routier.

Les cartes de bruits avec projet sont établies et comparées avec la situation existante de manière à quantifier l'impact sonore dû à l'augmentation du trafic routier sur la zone d'étude mais aussi la modification des bâtiments sur le site.

Enfin le Chargé d'étude émet, au besoin, des recommandations en vue de limiter les nuisances acoustiques et fixe les performances d'isolement à atteindre pour les futurs bâtiments en fonction de l'arrêté du 23 juillet 2013.

2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE

2.1 BASES DOCUMENTAIRES

- Visites de terrain ;
- Norme de mesurage NF S 31-010 : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement ;
- Plan de secteur de la zone d'étude ;
- Plans fournis par le Demandeur ;
- Données mobilités.

2.2 CADRE REGLEMENTAIRE

- Arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalité de classement des infrastructures de transports terrestres et d'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit ;

Dans chaque département, le Préfet est chargé de recenser et de classer les infrastructures de transports terrestres en fonction de leurs caractéristiques acoustiques et du trafic.

Le classement est établi d'après les niveaux d'émission sonore (LAeq) des infrastructures pour les périodes diurnes (6h-22h) et nocturne (22h-6h). Les voies sont classées de la catégorie 1 pour les plus bruyantes à 5 pour les moins bruyantes.

- Circulaire du 25 mai 2004, mise en application par le plan Bruit du Ministère chargé de l'écologie et les lois dites « Grenelle » 1 et 2 ;

Cette circulaire fixe notamment les valeurs relatives au bruit des transports en vue d'évaluer les points noirs du bruit (PNB)

- Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières ;
- Décret du 31 août 2006 relatif au bruit de voisinage ;
- Arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées ;
- Valeurs guides de l'OMS.

Les valeurs clés issues de ces textes et utilisées dans le présent rapport pour évaluer l'environnement sonore existant et la gêne sonore potentielle ressentie par la population sont présentées dans les chapitres correspondants ci-après.

2.3 METHODOLOGIE DE MESURAGES

Mesures en environnement selon la norme française NF S 31-010 : Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement.

2.4 NOTIONS RELATIVES AU BRUIT

2.4.1 ECHELLE DU BRUIT

La figure ci-après permet d'évaluer les niveaux de bruit émis par différentes sources sonores du quotidien. La plupart des sons de la vie courante sont compris entre 30 et 90 décibels.

A partir de 80 décibels, il y a un risque important de perte d'audition en cas d'une exposition prolongée au bruit. Ces niveaux de bruits sont essentiellement rencontrés dans le cadre professionnel (industrie, armée, artisanat…) et dans certaines activités de loisirs (chasse, musique, sports mécaniques).

Lorsque des niveaux de 100 dB sont dépassés, le risque de perte auditive est élevé même pour une exposition de courte durée. Enfin, au-delà de 120 dB la perte auditive est immédiate et irréversible.

Echelle du bruit et impacts sanitaires pour l'Homme (source : http://bv.alloprof.ca)

2.4.2 DEFINITION DES TERMES UTILISES

Termes	Définition
Fréquences	La fréquence définit la hauteur d'un son : plus la fréquence est basse, plus le son sera grave. A l'inverse, plus la fréquence s'élève, plus le son sera aigu. L'unité de mesure de la fréquence est le hertz (Hz)-1 hertz = 1 vibration/s.
Spectre et niveau sonore	Un bruit est défini par son niveau sonore en dB ou dB(A) et par son spectre. Le spectre d'un bruit est le résultat de l'ensemble des fréquences constituant ce bruit.
Perception oreille	L'oreille humaine est capable de percevoir des sons compris entre 0 dB (seuil d'audibilité) et 120 dB (seuil de la douleur) et de fréquences comprises entre 20 Hz (sons graves) et 20 000 Hz (sons aigus).
Pondération A	Les niveaux sonores mesurés en dB font souvent l'objet d'une correction fréquentielle afin de tenir compte des caractéristiques de l'oreille humaine qui ne perçoit pas les fréquences de manière linéaire. Aujourd'hui, la pondération A est la plus couramment utilisée, jugée comme le meilleur indice pour évaluer la gêne sonore réelle perçue par les personnes. Les mesures sont, sauf information contraire, exprimées en dB(A) dans le cadre de la présente étude.
Bruit ambiant	C'est le bruit total existant dans une situation donnée, pendant un intervalle de temps donné. Il est composé de l'ensemble des bruits émis par toutes les sources proches et éloignées (équivaut à la valeur LAeq). Dans le cas d'une gêne liée à une source sonore particulière, le bruit ambiant est la somme du bruit résiduel (ou bruit de fond) et du bruit particulier émis par la source.
Bruit de fond (ou bruit résiduel)	C'est le niveau de pression acoustique moyen du bruit d'ambiance à l'endroit et au moment de la mesure, en l'absence du bruit particulier considéré comme perturbateur (en général s'approche du niveau LA90).
Bruit particulier	Il s'agit du bruit produit par une source sonore générant une gêne dans l'environnement, ou composante du bruit ambiant pouvant être identifiée spécifiquement.
Emergence	Modification temporelle du niveau de bruit ambiant induite par l'apparition ou la disparition d'un bruit particulier.

2.4.3 INDICES ACOUSTIQUES

Niveau sonore LAeq

L'indice le plus utilisé est le niveau sonore équivalent LAeq. Ce niveau est très régulièrement utilisé comme indice de gêne. En effet, dans la pratique, une bonne corrélation existe entre cette valeur et la gêne auditive ressentie par un individu exposé au bruit.

Le LAeq est donné en dB(A) pour exprimer la sensibilité de l'oreille humaine et il représente le niveau de pression acoustique d'un bruit stable de même énergie que le bruit variable réellement perçu pendant la durée d'observation.

Niveau Lden

L'indice Lden est le niveau sonore moyen LAeq pondéré sur une période de 24h divisée en 12 heures de jour (day), en 4 heures de soirée (evening) et en 8 heures de nuit (night).

Le Lden est défini par la formule suivante :

$$L_{den} = 10*\log\frac{1}{24}\left(12*10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4*10^{\frac{Levening+5}{10}} + 8*10^{\frac{Lnight+10}{10}}\right)$$

avec :

- **Lday :** le niveau de bruit moyen LAeq représentatif d'une journée de 12h. En France, la période la plus couramment utilisée est 6h-18h (équivalent au LAeq (6h-18h)) ;
- **Levening :** le niveau de bruit moyen LAeq représentatif d'une soirée de 4h. En France, la période la plus couramment utilisée est 18h-22h (équivalent au LAeq (18h-22h)) ;
- **Lnight :** le niveau de bruit moyen LAeq représentatif d'une nuit de 8h. En France, la période la plus couramment utilisée est 22h-6h (équivalent au LAeq (22h-6h)).

Dans le calcul du Lden, les niveaux moyens de soirée Levening et de nuit Lnight sont augmentés respectivement de 5 et 10 dB(A). En d'autres termes, le Lden est associé à la gêne acoustique globale liée à une exposition au bruit de longue durée et tient compte du fait que le bruit subi en soirée et durant la nuit est ressenti comme plus gênant. Il est utilisé pour l'établissement de cartes de bruit stratégiques car représentatif de la gêne sonore sur 24h.

Le Lnight est également utilisé pour l'établissement de cartes de bruit stratégiques car il constitue un indicateur de bruit associé aux perturbations du sommeil.

A noter que certains textes réglementaires applicables en France pour le bruit des transports n'ont pas encore fait l'objet d'une transposition avec les nouveaux indices européens. En ce cas, c'est le niveau Lday (6h-18h) qui est comparé à titre indicatif aux valeurs limites applicables pour la période de jour réglementaire (6-22h). Pour la période de nuit, le Lnight est directement assimilable à la période réglementaire (22h-6h).

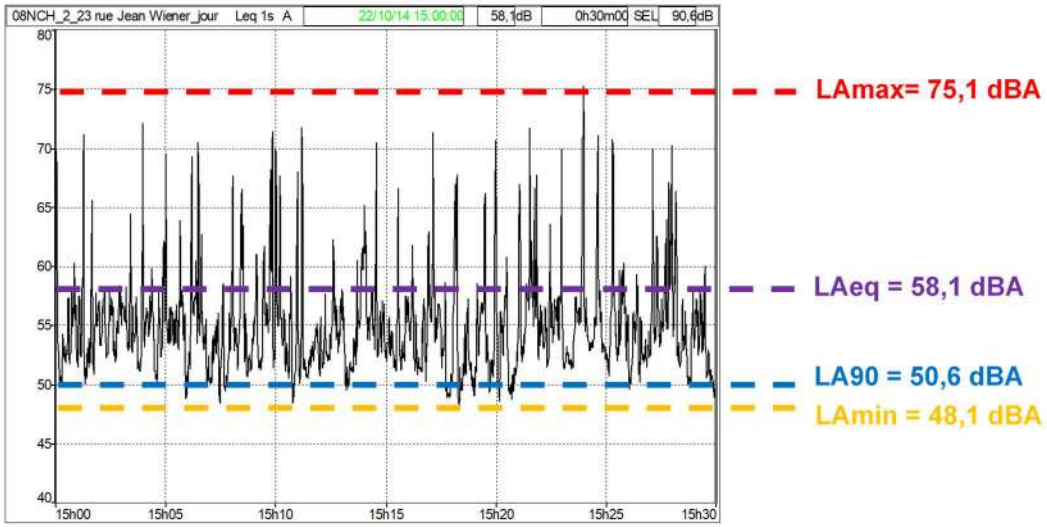
Autres indices utilisés

D'autres indices acoustiques sont utilisés pour caractériser l'environnement sonore et les événements :

- Les indices statistiques notés LA% qui correspondent aux niveaux de bruit dépassés pendant un certain pourcentage du temps de la période. Le LA90 représente ainsi le niveau sonore dépassé pendant 90% du temps d'observation. Il est souvent utilisé pour caractériser le niveau de bruit de fond.
- Le niveau sonore LAmax correspond au niveau sonore maximum mesuré sur la période considérée tandis que le LAmin correspond au niveau sonore minimum.

A titre d'exemple, les différents indices pouvant être retenus dans une étude acoustique sont représentés graphiquement sur l'évolution temporelle ci-après

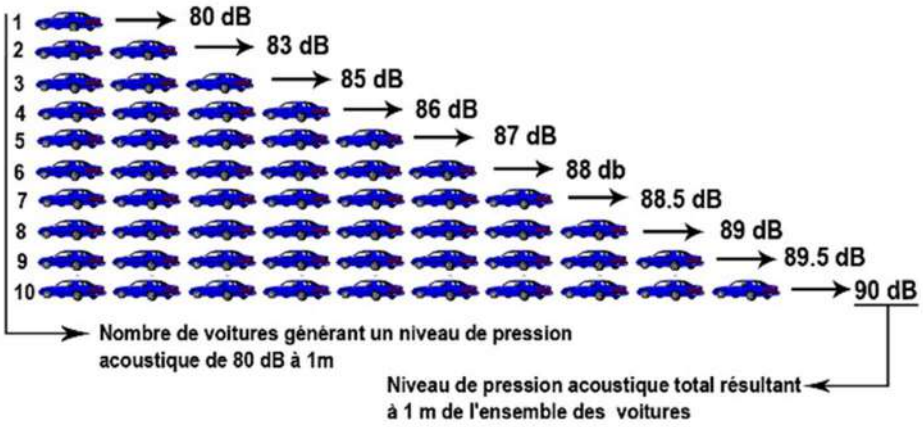
Définition du niveau sonore LAeq et des indices de bruit les plus couramment utilisés (source : ASM Acoustics)



2.4.4 ADDITION DES NIVEAUX SONORES

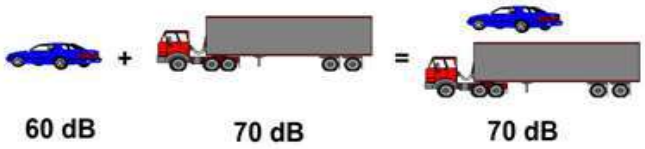
Quand deux sources de même niveau sonore sont additionnées, le résultat global augmente de 3 dB. Par exemple, le doublement du trafic routier correspond à une augmentation du niveau sonore de 3 dB (avec % poids lourds, vitesses et fluidité identiques). Exemple : 60 dB + 60 dB = 63 dB.

Addition de niveaux sonores pour des sources identiques (source : CD format Bruit, Réseau d'échanges en acoustique, Editions ENSP - 2000)



Si deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores, et si l'une est au moins supérieure de 10 dB par rapport à l'autre, le niveau sonore résultant est égal au plus grand des deux. De cette façon, le bruit le plus faible est masqué par le bruit le plus fort.

Addition de niveaux sonores de 2 sources de 10 dB de différence (source : CD format Bruit, Réseau d'échanges en acoustique, Editions ENSP - 2000)



De façon générale, le niveau sonore résultat de l'ajout de deux sources sonores est défini par la formule suivante :

$$Ltot = 10 \times \log(10^{L1/10} + 10^{L2/10})$$

avec :

L1 : niveau sonore en dB de la source 1

L2 : niveau sonore en dB de la source 2

Ltot : niveau sonore global résultant en dB

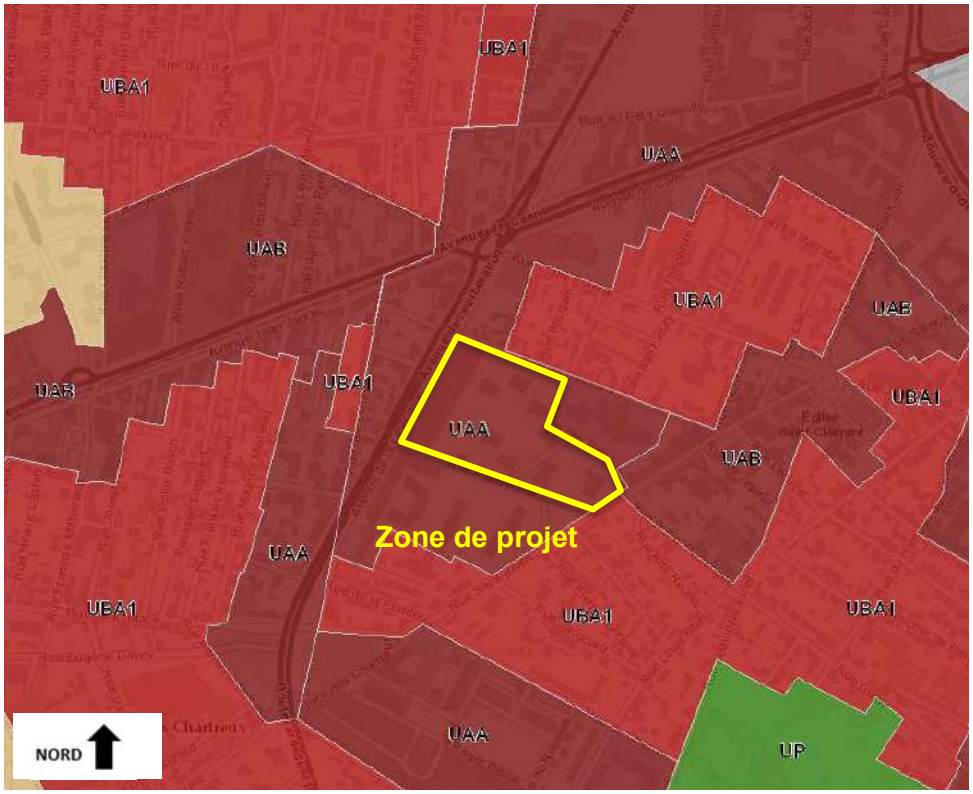
3 ANALYSE DE LA SITUATION EXISTANTE

3.1 DESCRIPTION DE L'AIRE GEOGRAPHIQUE CONCERNEE

3.1.1 PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU)

La figure ci-dessous présente le Plan Local d'Urbanisme de la zone d'étude avec, entourée en jaune, la zone de projet. Le projet est situé en zone urbaine dense (zone UA) et principalement entouré de zone urbaine dense et de zone urbaine à vocation mixte (UB).

Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la zone d'étude (source : https://sigapp.metropole-rouen-normandie.fr)



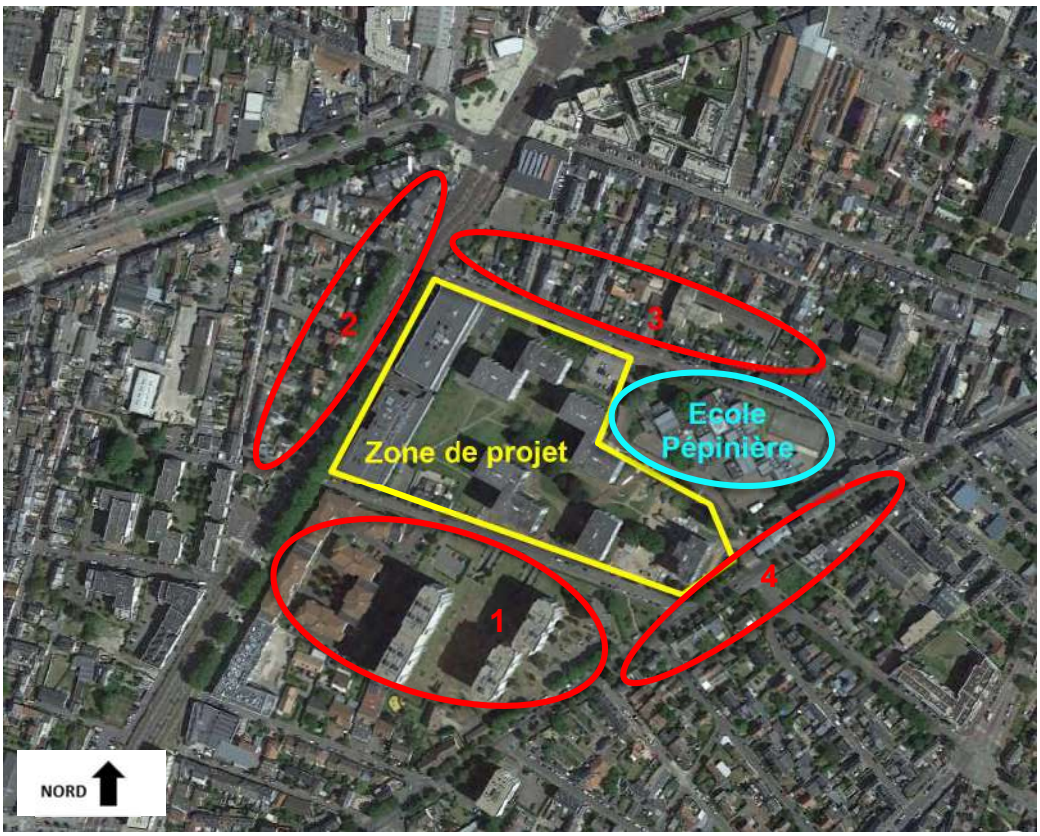
3.1.2 LOCALISATION DES RIVERAINS

Les riverains les plus proches de la zone de projet, et donc les plus susceptibles d'être impacté par le projet, sont localisés sur la figure ci-dessous et sont les suivants :

- Les immeubles d'habitation situés rue Parmentier, au sud de la zone de projet (1) ;
- Les habitations situées avenue de la Libération, à l'ouest de la zone de projet (2) ;
- Les habitations situées rue de Gessard, au nord de la zone de projet (3)
- Les habitations situées rue Saint-Julien, à l'est de la zone de projet (4).

A noter la présence d'un établissement scolaire au nord-est de la zone d'étude : l'école maternelle et primaire « Pépinière Saint-Julien ».

Localisation des riverains les plus proches de la zone de projet



3.1.3 SOURCES DE BRUIT EXISTANTES SUR LA ZONE D'ETUDE

Actuellement, l'environnement sonore sur la zone d'étude est affecté par :

- Le trafic routier de l'avenue de la Libération, de la rue Saint-Julien et des voiries locales (rue Parmentier, rue de Gessard…) ;
- Les bruits de voisinage. Outre les activités des riverains actuels qui peuvent ponctuellement générer du bruit (tondeuse, bricolage, circulation piétonne, travaux, occupation des jardins, enfants…), la principale source potentielle de bruits de voisinage identifiée est l'activité du groupe scolaire « Pépinières Saint-Julien », notamment les éventuelles installations techniques et les cris des enfants durant les récréations / occupation des terrains de sport extérieurs.

3.2 LEGISLATION ET VALEURS GUIDES

3.2.1 LES VALEURS APPLICABLES POUR LE BRUIT ROUTIER

Tableau 1 : Références réglementaires et valeurs clés pour le bruit routier

Références réglementaires	Enjeux	Valeurs de références prises en compte
Circulaire du 25 mai 2004	Identifier les bâtiments sensibles pouvant être qualifiés de Points Noirs du Bruit (PNB) [1]	***Route :*** Lden≥ 68 dB(A), Lnight ≥ 62 dB(A)
Arrêté du 8 novembre 1999 et arrêté du 5 mai 1995	Identifier les zones d'ambiances préexistantes modérées et non modérées	Une zone est dite d'ambiance préexistante modérée si le niveau sonore moyen LAeq avant la construction de la voie nouvelle à 2m en façade des bâtiments est inférieur à 65 dB(A) en journée (6-22h) et à 60 dB(A) la nuit (22-6h)
Valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la santé (OMS)	Bénéficier à terme d'un environnement sonore de qualité	Pour le bruit routier l'OMS recommande de réduire les niveaux sonores moyens Lden et Lnight respectivement en dessous de 53 dB(A) et 45 dB(A)

3.2.2 LES VALEURS APPLICABLES POUR LES BRUITS DE VOISINAGE

Le décret 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage définit des valeurs limites (appelées émergences limites) pour les périodes diurne et nocturne.

Ces valeurs constituent aussi les objectifs à atteindre pour les installations techniques ainsi que pour certains équipements les groupes électrogènes par exemple, à l'exception des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Tableau 2 : Emergences limites pour les bruits de voisinage (décret du 31 août 2006)

Emergence limite pour la période de jour (7h-22h)	Emergence limite pour la période de nuit (22h-7h)	Emergences spectrales limites par bande d'octave	
		125 – 250 Hz	500 – 4000Hz
+5 dB(A)	+ 3dB(A)	+ 7 dB	+ 5 dB

En fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier, un terme correctif compris entre 0 à 6 dB(A) est à ajouter aux émergences limites fixées.

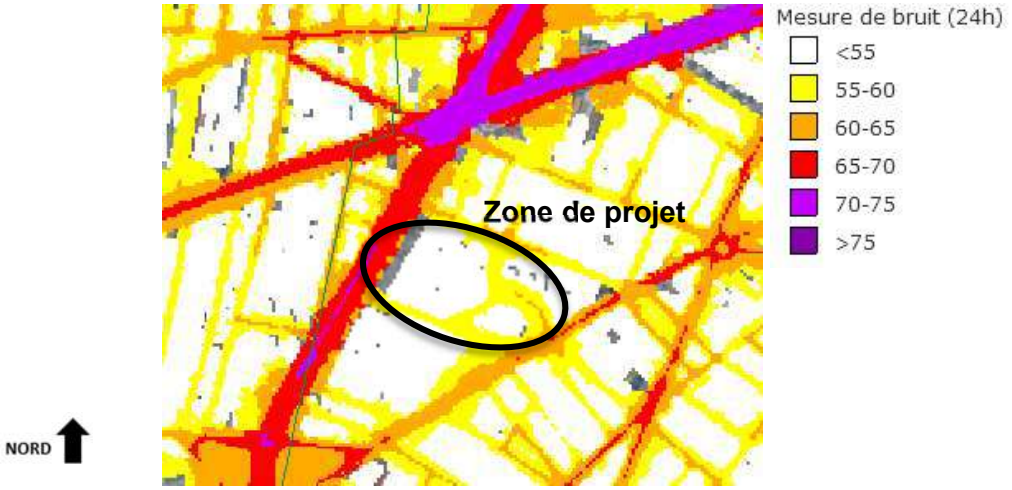
[1] *Un Point Noir du Bruit (PNB) est un bâtiment sensible (bâtiments d'habitation, établissements d'enseignement, de soins, de santé ou d'action sociale) localisé dans une zone de bruit critique dont les niveaux sonores en façade sont supérieurs aux valeurs précisées dans le tableau.*

3.3 ETAT DU BRUIT DES TRANSPORTS SUR LA ZONE DE PROJET

Conformément à la directive Européenne 2002/49/CE, des cartographies sonores liées aux transports ont été réalisées par les départements. A Rouen, la plateforme https://sigapp.metropole-rouen-normandie.fr permet de consulter les cartes stratégiques de bruit (CSB) élaborées au sein de la métropole de Rouen pour le bruit routier et le bruit ferroviaire.

Dans le cas présent, il n'y a pas de trafic ferroviaire à proximité. Pour information, les extraits des cartes de bruit routier sur la zone d'étude sont présentés sur les figures ci-après pour les indicateurs L_{den} et L_{night} (journée moyenne annuelle).

Localisation de la zone d'étude et carte de bruit routier Lden (24h) calculés à 4mH/TN (source : https://sigapp.metropole-rouen-normandie.fr)



Localisation de la zone d'étude et carte de bruit routier Ln (nuit) calculés à 4mH/TN (source : https://sigapp.metropole-rouen-normandie.fr)

Analyse

L'impact sonore des voiries reste localisé grâce à la présence de bâtiments faisant obstacle à la propagation du bruit routier.

Les extraits montrent que la voirie la plus bruyante de la zone d'étude est l'avenue de la Libération avec des niveaux Lden compris entre 65 et 70 dB(A) et des niveaux Lnight compris entre 55 et 60 dB(A) sur cette voirie. Cependant, au-delà du premier front bâti, les niveaux sonores sont inférieurs à ces valeurs, notamment sur la zone de projet.

La rue Saint Julien est également assez passante mais présente des niveaux plus faibles d'au moins 5 dB(A) par rapport à l'avenue de la Libération.

Les rues Gessard et Parmentier ont peu de trafic et des niveaux sonores Lden inférieurs à 60 dB(A) et des Lnight inférieurs à 50 dB(A), soit un environnement sonore peu bruyant.

En dehors des bâtiments longeant l'avenue de la Libération, il est possible de dire que la zone de projet peut être qualifiée d'ambiance préexistante modérée puisque les niveaux sonores Lden des cartographies sont inférieurs à 65 dB(A) et inférieurs à 60 dB(A) la nuit.

Des zones calmes sont observables en intérieur d'ilot avec des niveaux Lden inférieurs à 55 dB(A) et des niveaux Lnight inférieurs à 50 dB(A), soit des valeurs proches des valeurs guides recommandées par l'OMS pour le bruit routier.

Classement de la voie selon l'arrêté du 23 juillet 2013 :

Rue Saint-Julien : voie de catégorie 3, soit un niveau sonore associé de 70 < L > 76 dB(A) (6h/22h) et de 65 < L > 71 dB(A) (22h/6h) au point de référence.

Avenue de la Libération : voie de catégorie 4, soit un niveau sonore associé de 65 < L > 70 dB(A) (6h/22h) et de 60 < L > 65 dB(A) (22h/6h) au point de référence.

Il y a une discordance entre les niveaux sonores associés aux catégories par rapport aux cartes de bruit sur la zone, notamment pour la rue Saint-Julien. Il semble donc dans une première approche que le classement de la rue Saint Julien engendre une surestimation des niveaux de bruit routier réels qui sont présents sur la zone.

Les mesures acoustiques ainsi que la modélisation permettront d'apporter des précisions à ce sujet.

3.4 MESURES ACOUSTIQUES

3.4.1 OBJET DES MESURES

Les mesures acoustiques ont été effectuée en vue objet de caractériser l'ambiance acoustique existante sur la zone et notamment l'impact sonore du trafic routier en période de jour et de nuit. Pour cela 6 points de mesure de courte durée (≈30 à 40min) ont été réalisés.

Les mesures de courte durée ont été effectuées à une hauteur de 4m le lundi 9 mai 2022 entre 16h00 à 19h00 pour la période de jour et entre 22h30 et 00h00 pour la période nocturne. Un comptage du trafic routier a été réalisé lors des mesures en distinguant les voitures, les deux roues motorisées et les bus/camions.

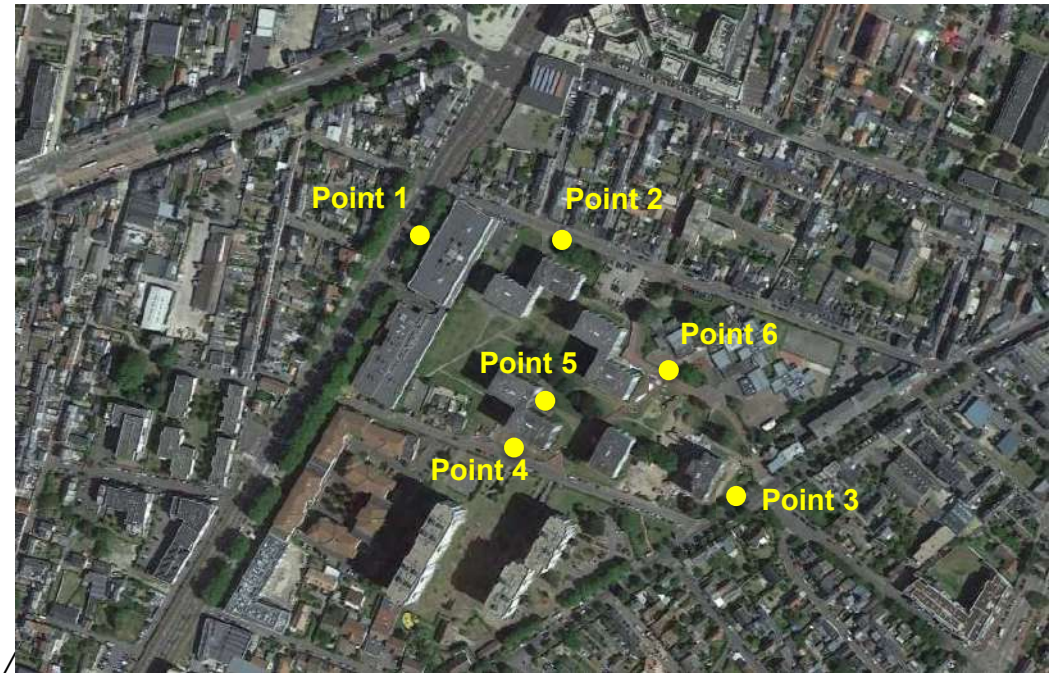
Les mesures ont été effectuées conformément à la norme française NF S 31-010 : Caractérisation et mesurage des bruits en environnement.

Les principaux résultats sont repris dans ce chapitre. Pour information, les fiches de mesures sont disponibles en *annexe 1 : « fiches de mesures acoustiques ».*

3.4.2 POINTS DE MESURE ACOUSTIQUE

La localisation des points de mesures acoustiques est reprise sur la figure suivante.

Localisation des points de mesures acoustiques réalisés sur le site de projet le 09/05/2022



3.4.3 RESULTATS DES MESURES

Les résultats des mesures sont présentés dans les tableaux de synthèse ci-dessous.

Tableau 3 : Synthèse des résultats de mesurage aux points de courte durée – 09/05/2020

Point de mesure	Période	Niveaux sonores mesurés en dB(A)		
		LAeq	LA50	LA90
Point 1 – Av. de la Libération	Diurne	63,5	61,0	52,5
	Nocturne	59,0	51,0	41,5
Point 2 – Rue de Gessard	Diurne	54,5	46,5	42,0
	Nocturne	45,0	36,5	34,0
Point 3 – Rue Saint-Julien	Diurne	63,0	60,0	53,0
	Nocturne	57,5	47,0	37,5
Point 4 – Rue Parmentier	Diurne	57,0	46,0	43,0
	Nocturne	51,0	40,0	36,5
Point 5 – Intérieur d'ilot	Diurne	41,0	40,0	38,0
Point 6 – Allée des Pépinières	Diurne (avec enfants dans la cour de récréation)	57,5	52,0	46,5
	Diurne (sans enfants dans la cour de récréation)	47,5	46,0	43,0

Analyse des mesures

Les niveaux sonores mesurés aux différents points de mesures sont principalement impactés par le trafic routier des voiries locales.

Les mesures montrent que les niveaux sonores les plus importants sont observés aux points 1 et 3 avec respectivement 63,5 et 63,0 dB(A) en période de jour et 59,0 et 57,5 dB(A) en période de nuit.

Ces résultats ne traduisent pas la différence de trafic entre les deux routes mais s'expliquent par le fait que les bâtiments de l'avenue de la Libération sont plus éloignés de la route du fait de la présence d'un site propre de bus entre les voies de circulation principales et le point 1. A l'opposé, la rue Saint Julien est moins fréquentée mais le point 3 est beaucoup plus proche des voies de circulation.

Les points 2 et 4 sont situés au niveau de voiries secondaires moins passantes. Logiquement, les niveaux sonores sont donc plus faibles en ces points avec respectivement 54,5 à 57,0 dB(A) en journée et 45,0 à 51,0 dB(A) la nuit.

Le point 6, réalisé à proximité de l'école maternelle montre un niveau sonore LAeq de 57,5 dB(A) principalement impacté par le bruit des enfants dans la cour de récréation. Sans les enfants, le niveau sonore est 10 dB(A) plus faible (47,5 dB(A)).

Enfin, le point le plus calme est le point 5. Celui-ci est situé en intérieur d'îlot et bénéficie donc de l'effet d'écran des bâtiments par rapport au bruit routier.

Comparaison des niveaux de bruits avec les valeurs de référence

Les niveaux sonores mesurés confirment qu'il s'agit d'une zone à ambiance préexistante modérée avec moins de 65 dB(A) en journée (6-22h) et 60 dB(A) la nuit (22-6h) pour l'ensemble de la zone de projet.

Enfin le centre du site peut être qualifié de calme car les niveaux sonores observés sont proches voire inférieures aux valeurs recommandées par l'OMS, notamment en intérieur d'ilot et à proximité de la rue de Gessard.

3.5 MODELISATION DE LA SITUATION EXISTANTE

3.5.1 INTRODUCTION

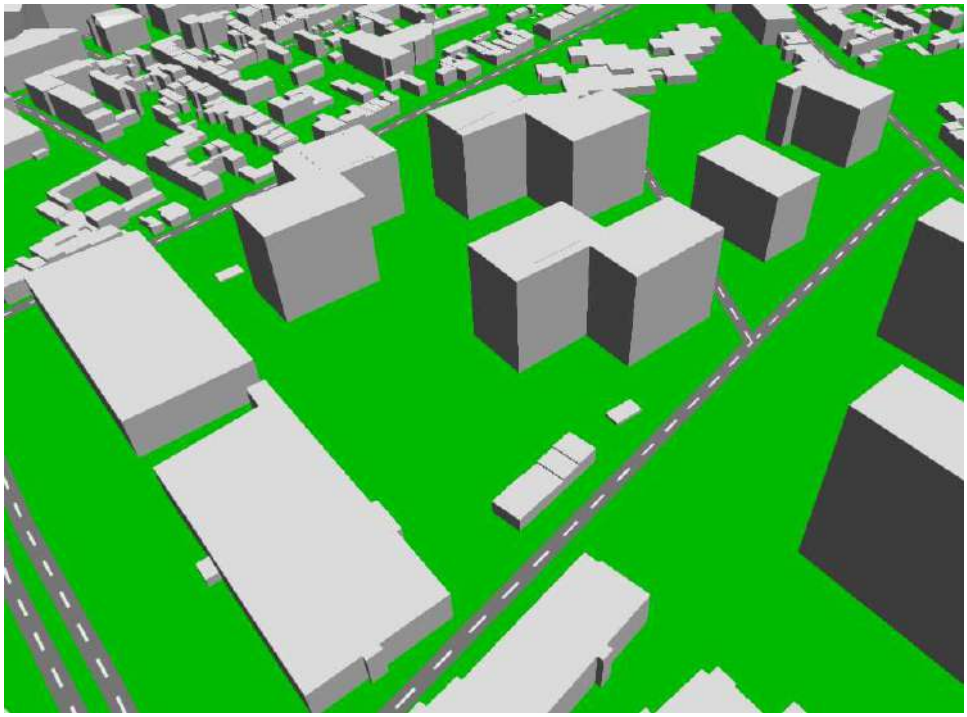
Afin d'étudier plus en détail l'impact sonore généré par le transport routier sur la zone de projet et, par la suite l'impact sonore du projet, un modèle 3D a été développé dans le cadre de l'étude et des cartes de bruit ont été établies. Ce modèle permet aussi de fixer les objectifs d'isolements de façade pour les nouveaux immeubles de logement de la zone.

3.5.2 HYPOTHESES DE CALCULS

- Carte à 4m de hauteur (hauteur relative) - maillage tous les 5 mètres.
- Les cartes de bruit ont été calculées pour l'heure de pointe du soir et pour la période de nuit.
- Les cartes de bruit ont été recalées sur base des niveaux sonores mesurés.
- La méthode de calcul utilisée est la méthode CNOSSOS pour le bruit routier
- Les trafics routiers sont basés sur les données du chapitre mobilité et sur les comptages réalisés durant les mesures acoustiques en mai 2022.
- Les cartes de bruit ont été établies sur base des plans dwg fournis par le demandeur et les données SIG obtenues routes et bâti auprès de l'IGN (Institut Géographique National) sur la zone d'étude

- Les calculs ont été effectués avec une réverbération des bâtiments (1 réflexion).
- Le modèle informatique prend en compte un sol semi-réverbérant (G=0,7).
- Les conditions météorologiques simulées des conditions météorologiques homogènes ayant peu d'impact sur la propagation du bruit.
- Les vitesses prises en compte varient de 30 à 50km/h en fonction des voiries considérées. Les vitesses ont été adaptés en fonction du type de voiries ainsi que des résultats de mesurage réalisés sur site.
- Les cartes de bruit ne considèrent pas le trafic aérien.

vue 3D de la modélisation acoustique de la situation existante (source : ASM Acoustics)



3.5.3 RECALAGE DES MESURES

Du fait que les comptages observés durant les mesures sont légèrement différents de ceux de l'étude de mobilité, le recalage du modèle a été effectué sur base des comptages réalisés durant les mesures.

Tableau 4 : Comparaison des résultats issus de la modélisation du Bruit routier en situation existante avec les résultats des mesures initiales (hors bruit perturbateur) en dB(A)

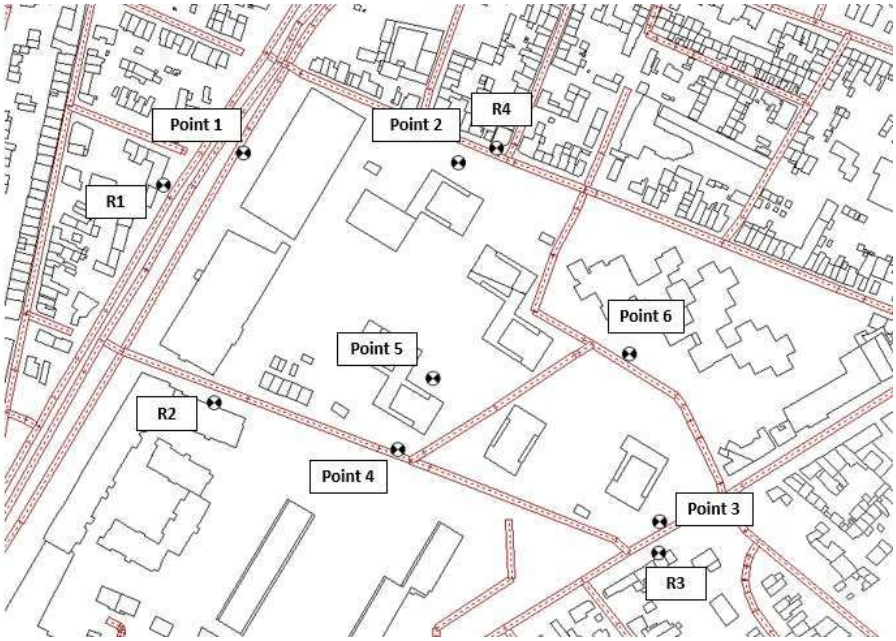
Point de référence	Hauteur	Niveaux sonores mesurés en dB(A)		Niveaux sonores calculés en dB(A)		Différence mesure/calculs en dB(A)	
		Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Point 1	4	63,5	59,0	65,2	59,4	-1,7	-0,4
Point 2	4	54,5	45,0	55,1	47,8	-0,6	-2,8
Point 3	4	63,0	57,5	65,0	57,6	-2,0	-0,1
Point 4	4	57,0	51,0	58,7	50,7	-1,7	0,3
Point 5	4	41,0	-	41,0	33,9	0,0	-
Point 6	4	47,5	-	46,9	40,0	0,6	-

Les résultats de la modélisation montrent des différences inférieures à ± 3 dB(A) par rapport aux niveaux de bruit mesurés. Le modèle acoustique 3D est donc considéré comme représentatif de la situation existante.

3.5.4 RESULTATS PONCTUELS AVEC LES DONNEES DU BUREAU D'ETUDE MOBILITE

Afin de mieux prendre en compte les variations de niveaux sonores au droit des riverains les plus proches de la zone de projet, 4 points récepteurs de référence ont été rajoutés au niveau des riverains les plus proches. L'ensemble des points récepteurs est présenté ci-après.

Localisation des points de référence



Le tableau ci-dessous présente les résultats de modélisation de la situation existante selon les données en heure de pointe du soir (HPS) du chapitre mobilité pour la période de jour et selon les données comptages relevées durant les mesures pour la période de nuit.

Tableau 5 : Résultats issus de la modélisation du Bruit routier en situation existante

Point de référence	***Hauteur***	***Niveaux sonores calculés en dB(A)***	
		Jour (HPS)	***Nuit***
Point 1	4	66,2	59,4
Point 2	4	54,6	47,8
Point 3	4	64,5	57,6
Point 4	4	56,9	50,7
Point 5	4	40,6	33,9
Point 6	4	46,6	40,0
R1	4	68,7	62,0
R2	4	57,0	50,8
R3	4	64,3	57,4
R4	4	57,2	50,3

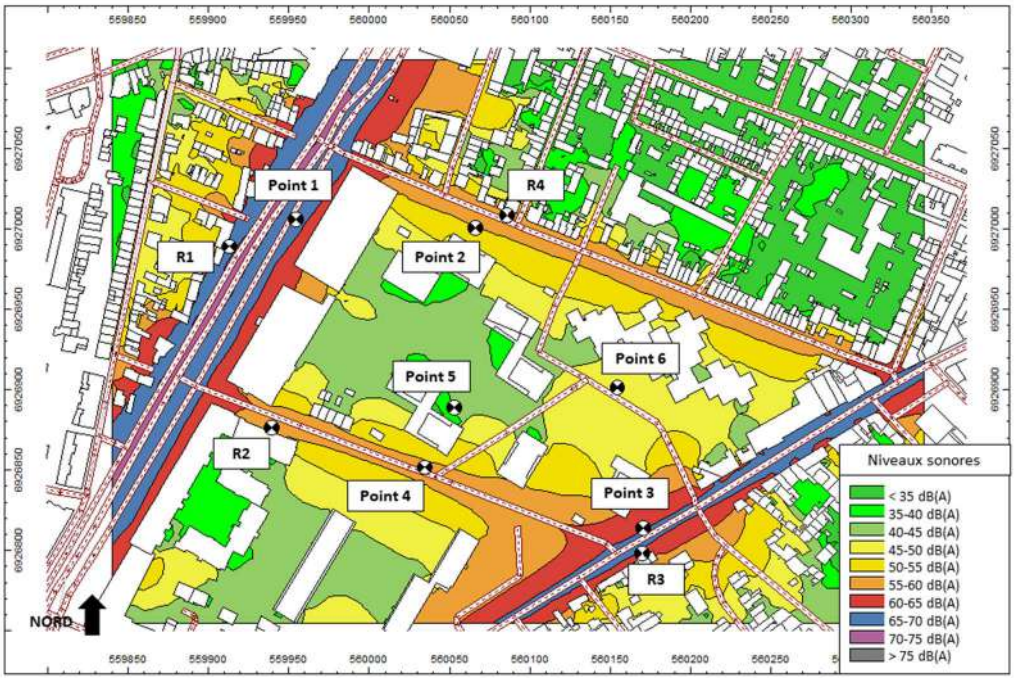
Analyse

Les résultats aux points ponctuels confirment que l'environnement sonore sur la zone de projet est assez calme avec des niveaux sonores moyens inférieurs à 60 dB(A) le jour et 50 dB(A) la nuit sauf le long de l'avenue de la Libération (point 1 et R1) et rue Saint-Julien (point 3 et R3). En intérieur d'ilot, les niveaux sonores encore plus faibles et inférieur à 50 dB(A) en journée.

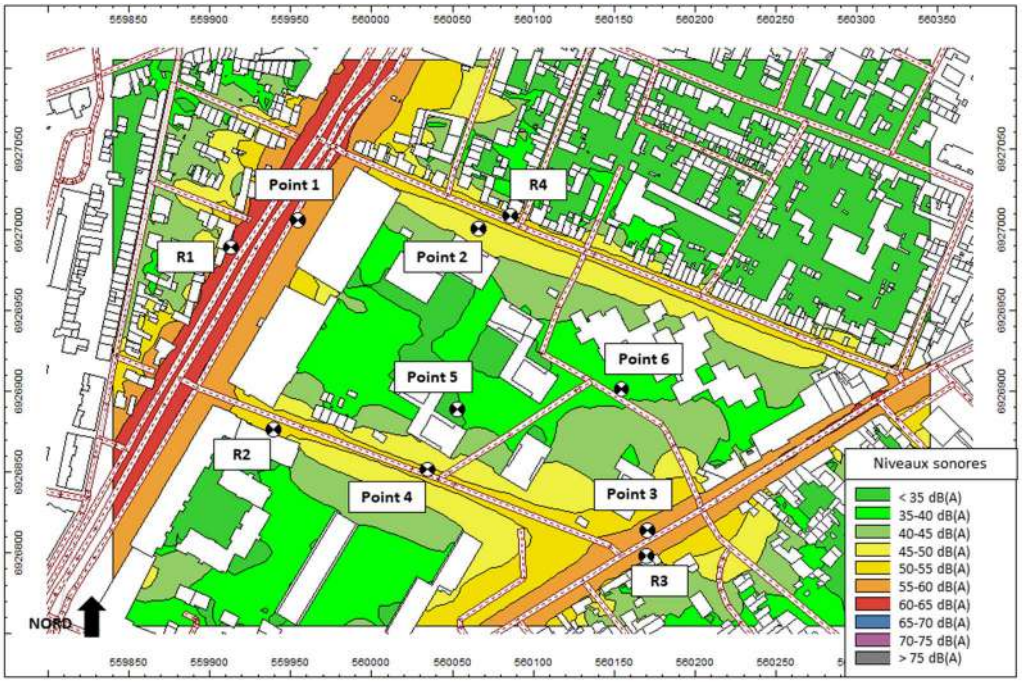
3.5.5 CARTES DE BRUIT REALISEES

Les cartes de bruit de la situation existante sont reprises ci-après et en annexe 2.

Rouen – Les Pépinières – Carte de bruit établie pour la situation existante – HPS – maillage 5 x 5m – Hauteur 4m – Bruit routier (source : ASM Acoustics)



Rouen – Les Pépinières – Carte de bruit établie pour la situation existante – Nuit – maillage 5 x 5m – Hauteur 4m – Bruit routier (source : ASM Acoustics)



Interprétation des cartes de bruits en situation existante

Les cartes de bruit de la situation existante montrent que :

- La zone d'étude est principalement impactée par le trafic routier de l'avenue de la Libération et de la rue Saint-Julien, avec des niveaux sonores en façade des bâtiments du site de l'ordre de 60 à 65 dB(A) en heure de pointe du soir (HPS) et de 55 à 60 dB(A) la nuit ;
- Grace à l'effet d'écran des bâtiments, la zone centrale du site peut être considérée comme une zone calme, préservée du bruit avec 40 à 45 dB(A) en journée et 30 à 40 dB(A) la nuit.

3.6 CONCLUSION SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE EXISTANT

L'environnement sonore actuel sur le site d'étude est principalement influencé par le trafic routier, en particulier l'avenue de la Libération et la rue Saint Julien.

Recalé sur base des mesures initiales, le modèle acoustique montre que l'avenue de la Libération est la source sonore la plus bruyante, ce qui confirme les cartes de bruits réalisées par l'agglomération de Rouen mais est en contradiction avec le classement sonore des voies qui indique la rue Saint Julien comme étant la plus bruyante.

Les rues Parmentier et de Gessard sont beaucoup moins bruyantes, de fait le centre du site est bien protégé du bruit et peut être considéré comme calme avec moins de 50 dB(A) en journée et moins de 45 dB(A) la nuit.

4 ANALYSE DES INCIDENCES DE LA PHASE CHANTIER

Idéalement l'étude devrait prendre en compte les activités de construction et l'utilisation d'engins bruyants en faisant mention des horaires des différentes activités en raison des risques de perturbations pour les riverains du quartier.

Malheureusement, le descriptif détaillé du déroulement du chantier (durées, horaires, types d'engins, méthodes de travail…) n'est pas fourni à ce stade de l'étude. Les incidences sonores et vibratoires des travaux sont donc abordées de manière qualitative uniquement.

Des recommandations sont également émises pour la phase chantier au point 6.5.

4.1 LEGISLATION ET VALEURS GUIDES

Le décret du 31 août 2006 n'impose pas de valeurs limites pour les activités de chantier (hors équipements) mais l'article Art. R. 1334-36. mentionne que « *si le bruit mentionné à l'article R. 1334-31 a pour origine un chantier de travaux publics ou privés, ou des travaux intéressant les bâtiments et leurs équipements soumis à une procédure de déclaration ou d'autorisation, l'atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme est caractérisée par l'une des circonstances suivantes :*

- 1. Le non-respect des conditions fixées par les autorités compétentes en ce qui concerne soit la réalisation des travaux, soit l'utilisation ou l'exploitation de matériels ou d'équipements ;
- 2. L'insuffisance de précautions appropriées pour limiter ce bruit ;
- 3. Un comportement anormalement bruyant. »

4.2 PHASES DU CHANTIER

En termes de bruit et de vibrations, les incidences les plus importantes à prévoir seront les périodes d'utilisation des engins et équipements techniques lors des phases suivantes :

- Travaux préparatoires (montage des cabanes de chantier et installations sanitaires, équipements provisoires dont potentiellement générateur d'électricité, montages des grues, mise en place du transport…) ;
- Travaux de fondations ;
- Travaux en béton ;
- Constructions souterraines et égouts ;
- Super structure ;
- Travaux de maçonnerie ;
- Finitions (travaux Second œuvre).

En outre, pendant toute la durée du chantier le charroi de camions aura un impact sonore potentiel significatif pour les riverains de la zone.

A titre indicatif, le tableau suivant donne, pour certaines de ces phases, les résultats de mesures acoustiques effectuées à proximité d'un chantier-type. La situation sonore initiale dans ce cas est approximativement équivalente au niveau de bruit moyen existant la journée pour le présent site.

Tableau 6 : Mesures acoustiques relatives à différentes phases de chantier, effectuées à proximité d'un chantier

Phase de travaux	LA_{eq} Jour en dB(A)[2]	Niveaux de pointe en dB(A)
Situation initiale	54,5 – 63,5	-
Terrassement – fondations	67 - 71,5	90
Gros œuvre	68 - 72	88
Second œuvre	56 - 57	-

Vu les niveaux de bruit préexistants relevés sur la zone, les émergences sonores induites par le chantier seront parfois très élevées avec jusqu'à 22 dB(A) d'émergence prévisible lors des phases de chantier en période de jour.

Dans le cas présent, les travaux de terrassements et de fondation risquent d'être les plus sensibles car il s'agit des travaux les plus bruyants.

4.3 IDENTIFICATION DES NUISANCES SONORES

Les sources de bruit à l'origine des nuisances sonores potentiellement générées par les chantiers sont les suivantes :

- Engins de chantier (pelleteuses, chargeuses, brise béton, tracteurs, grues…) ;
- Equipements techniques (compresseurs, groupes électrogènes,…) ;

[2] *LA_{eq} : niveau de bruit équivalent pondéré en dB(A) d'un bruit fluctuant pendant une période T. Est le niveau de bruit continu stable qui au cours d'une période égale aurait la même pression quadratique moyenne que le bruit fluctuant.*

- Outils et machines de chantier (marteaux piqueurs, scies circulaires, bétonneuses, perceuses,…) ;
- Charroi de camions lié au chantier (y compris les sirènes de marche arrière) ;
- Manipulation des matériaux (chocs, bruits de chargements/déchargements…) ;
- Cris et paroles des ouvriers.

Les nuisances sonores durant la phase de chantier seront essentiellement liées aux engins de chantier (mobiles ou présents en permanence), aux outils et équipements de chantier, aux transports de matériel et aux travaux bruyants. Les bruits causés par les éclats de voix, les sirènes de recul et les bruits de chargements/déchargements des matières pourront également engendrer des nuisances sonores.

4.3.1 ENGINS ET EQUIPEMENTS DE CHANTIER

Les émissions sonores dépendront des techniques spécifiques choisies et de la puissance acoustique théorique des engins de chantier et varieront en fonction des différentes phases de construction (terrassement, gros œuvre, etc.).

Les deux tableaux ci-après reprennent, à titre d'exemple, certaines valeurs-type des puissances et niveaux de pression acoustiques engendrés par les engins et équipements de chantier.

Tableau 7 : Niveaux de puissance acoustique-types (réf. 1 pW) des machines de chantier les plus courantes

Type de machine	Puissance sonore, L_w [dBA]
Compresseur	101 à 106
Marteau-piqueur	107 à 113
Groupe électrogène	95 à 102
Engins de chantier (chargeur, bulldozer…)	107 à 115

De manière générale, on peut considérer que les engins de chantier et équipements techniques annexes (compresseurs, groupes électrogènes, etc.) ont une puissance acoustique comprise entre 90 et 115 dB(A).

Le tableau ci-dessous montre les niveaux de bruit équivalent potentiel à une certaine distance de l'équipement de chantier (tenant compte de sa puissance acoustique).

Tableau 8 : Niveaux de pression acoustique en dB(A) en fonction de la distance équivalent à des niveaux de puissance acoustique indicatifs

Puissance acoustique Lw en dB(A)	100 dB(A)	105 dB(A)	110 dB(A)	115 dB(A)
distance en m				
50 m	57,8	62,8	67,8	72,8
100 m	51,6	56,6	61,6	66,6
150 m	47,9	52,9	57,9	62,9
200 m	45,2	50,2	55,2	60,2
250 m	43,1	48,1	53,1	58,1
300 m	41,3	46,3	51,3	56,3
350 m	39,7	44,7	49,7	54,7
400 m	38,4	43,4	48,4	53,4
450 m	37,2	42,2	47,2	52,2
500 m	36,0	41,0	46,0	51,0

A l'analyse de ces tableaux et compte tenu de l'environnement sonore existant, on peut affirmer que chaque engin ou équipement de chantier cité ci-dessus pourrait perturber de manière significative l'environnement sonore des riverains actuels de la zone en journée. Une distance de 100m prise par rapport aux premiers riverains permettrait de réduire significativement l'impact sonore des engins et équipements de chantier les moins bruyants (Lw de 100 dB(A)) mais pour les équipements les plus bruyants ou si les installations sont situées à proximité des riverains, des dispositifs antibruits seront nécessaires pour limiter les impacts sonores, notamment pour toutes les sources fixes pour lesquelles il est possible d'apporter des solutions (voir recommandations au chapitre 6.5).

En outre, de par la nature des travaux (démolition, compactage des terres, ...), les engins de chantier génèrent des vibrations, parfois gênantes pour le confort des riverains, mais qui ne mettent toutefois généralement pas en péril la stabilité des constructions riveraines. Dans le cas présent si une distance d'au moins 60m entre le chantier et les habitations est respectée, les vibrations induites auront peu d'impacts sur les riverains. Néanmoins des précautions devront être prises pour limiter encore ce risque de gêne.

4.3.2 CHARROI DE CHANTIER

Les nuisances sonores d'un charroi « chantier » dépendent de 3 paramètres :

- La vitesse des camions ;
- La fréquence des camions (nbre/jour) ;
- La pente de voirie.

Le tableau ci-dessous montre les niveaux de bruit équivalent à côté d'une voirie (10 camions/h).

Tableau 9 : Niveaux de pression acoustique moyen en dB(A) obtenus à côté d'une voirie (10 camions/heure) en fonction de la distance à la voirie

Distance	5m	10m	15m	20m	25m	50m	75m	100m	150m	200m
Pente 0 %										
Vitesse de 30 km/h	65,5	62,1	60,1	58,5	57,1	53,0	51,2	49,9	48,0	46,5
40 km/h	64,4	61,0	59,0	57,4	56,0	51,9	50,0	48,8	46,9	45,3
50 km/h	63,6	60,3	58,3	56,7	55,3	51,2	49,3	48,1	46,1	44,6

Ce tableau montre que l'iso-contour de 50 dB(A) se trouve à environ 100 m de la voirie, celui de 55 dB(A) à 60 m et celui de 60 dB(A) à 20 m. Il est important de signaler que les niveaux

de crêtes (pointes) lors du passage d'un camion sont nettement plus élevés (80 dB(A) à moins de 20 m).

En outre le tableau ci-dessus ne prend pas en compte les bruits annexes liés au charroi des camions que sont les avertisseurs sonores, les sirènes de recul des camions, la circulation à vide des camions (tôle qui vibre), le stationnement des camions moteurs en marche, les bruits de déchargements/chargements des matières…

Dans le cas présent, il est important d'éviter autant que possible le passage des camions par les voiries les moins fréquentées comme la rue Parmentier ou la rue de Gessard qui sont peu adaptées à ce type de trafic.

Par contre, l'accès par l'avenue de la libération et/ou de la rue Saint Julien qui accueillent un trafic routier plus important permettra de limiter les impacts sonores liés au charroi du chantier.

4.3.3 AUTRES SOURCES SONORES DU CHANTIER

Les autres sources sonores existantes sur chantier sont difficilement quantifiables car il s'agit de bruits aléatoires. De par leur caractère généralement impulsif ils sont cependant susceptibles de générer une gêne sonore non-négligeable pour les riverains. Ces autres sources sonores sont :

- Les cris et paroles des travailleurs sur chantier ;
- Les bruits d'impacts des matières lors des déchargements/chargements des camions ;
- Les bruits d'avertisseurs sonores type klaxon ou sirènes de recul…

4.4 VIBRATIONS

Les principales vibrations émises lors d'un chantier sont dues aux travaux de fondations (excavations, pieux, palplanchesr, marteau pic...) et certains autres travaux (par exemple le concassage).

Le trafic du chantier sur une route mal aménagée (dos d'âne, inégalité, nids de poule, casse-vitesse) peut également engendrer des nuisances. Les activités du chantier qui provoquent des vibrations sont généralement liées aux sources temporaires.

Ces vibrations peuvent causer les problèmes suivants :

- La gêne des personnes. Les vibrations sont très vite perçues comme gênantes. La gêne est ressentie en fonction de l'amplitude de vibration et de la fréquence (Hz) ;
- Les dégâts aux bâtiments même si les vibrations émises par les chantiers sont plus fréquemment gênantes pour les personnes qu'à risques pour les bâtiments ;
- Le dysfonctionnement d'équipements sensibles (imprimerie, microscopes électroniques). Les équipements sensibles sont rarement rencontrés mais ont des taux de vibrations admissibles très bas.

5 ANALYSE DES INCIDENCES DE LA PHASE D'EXPLOITATION DU PROJET

Les bâtiments prévus par le projet étant du logement et des commerces, le trafic routier induit par le projet sera principalement observé en heure de pointe du matin et du soir. La nuit, le trafic sera plus restreint.

Les chapitres suivants vont s'attacher à évaluer de manière quantitative l'impact sonore du projet sur l'environnement grâce à la modélisation acoustique du site.

5.1 PRESENTATION DU PROJET

Le site du projet se trouve sur le site des Pépinières entre l'avenue de la Libération et la rue Saint-Julien.

L'aménagement du site du projet a comme objectif la création d'un nouveau quartier regroupant des commerces et des logements.

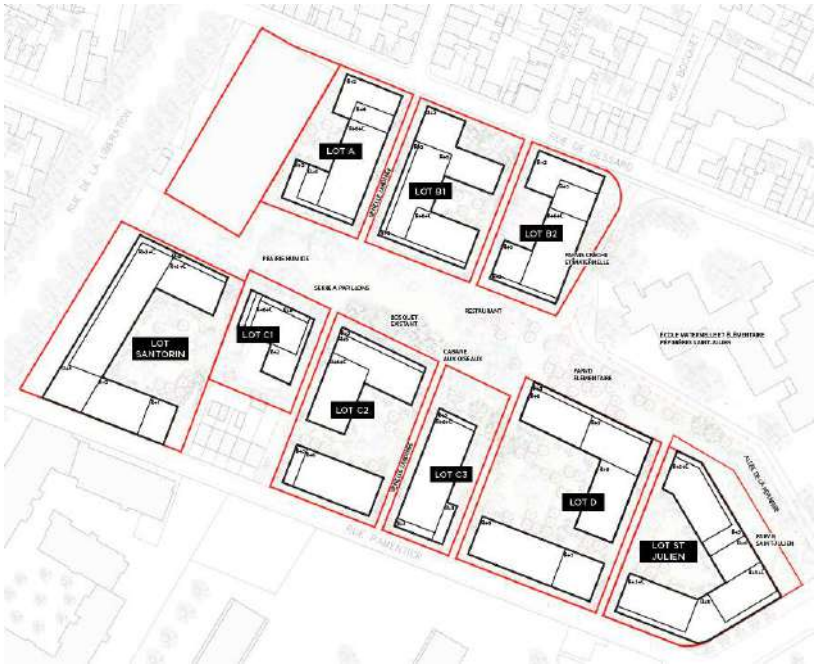
Deux projets sont prévus sur le site des Pépinières, lesquels sont :

- Projet COGEDIM-VIRGIL regroupant 600 logements et 1000m² de commerces et services.
- Projets contigus de Rouen Habitat regroupant 175 logements et 500m² de commerces et services.

<u>Remarque :</u>

Certains lots sont peu avancés au niveau de la conception architecturale à la date de la présente étude. La figure ci-dessous présente pour information les bâtiments modélisés et rappelle l'identification des lots et des bâtiments.

Localisation des différents lots constituant le futur quartier Les pépinières à Rouen



L'impact sonore de l'ensemble du site est étudié, notamment au niveau mobilité où les données prises en compte considèrent le développement complet du quartier.

Les enjeux relatifs au bruit sont les suivants :

- Limiter les impacts sonores du projet pour que l'environnement sonore des riverains existants soit le moins détérioré possible
- Etudier l'impact sonore du bruit routier sur le site du projet.

5.1.1 SOURCES DE BRUIT DU PROJET

Les sources de bruits du projet qui pourraient avoir un impact sur l'environnement sonore sont les suivantes :

- Installations techniques des commerces et dans une moindre mesure des logements (transformateurs, groupes froids, groupes de ventilation, chaufferie, pompes…)
- Augmentation de trafic sur les routes existantes, surtout valable pour la rue Parmentier et la rue de Gessard qui servent d'accès aux parkings souterrains
- Bruits de voisinages (riverains, clients…)

Enfin, il ne faut pas oublier l'impact du bruit routier sur les futurs habitants du site qu'il y a lieu d'étudier.

Les chapitres suivants reprennent plus en détail les impacts sonores à prévoir sur la zone de projet selon la source de bruit considérée et la configuration des bâtiments et ce, grâce à la modélisation acoustique de la situation projetée.

5.1.2 MESURES PRISES PAR LE DEMANDEUR

A ce stade de l'étude, les mesures prises par le Maître de l'Ouvrage pour réduire les émissions sonores sont les suivantes :

- Construction de parkings souterrains
- Préservation d'une zone verte et récréative au centre du site (zone calme)
- Pas de nouvelles voiries prévues sur le site pour relier les différents lots : les accès se feront uniquement via les routes existantes
- Positionnement des installations techniques de préférence au sous-sol ou aux étages, dans des locaux insonorisés. Les équipements éventuels en toiture seront traités de manière à respecter à minima les exigences réglementaires relatives aux bruits de voisinage.

5.2 MODELISATION DE LA SITUATION PROJETEE

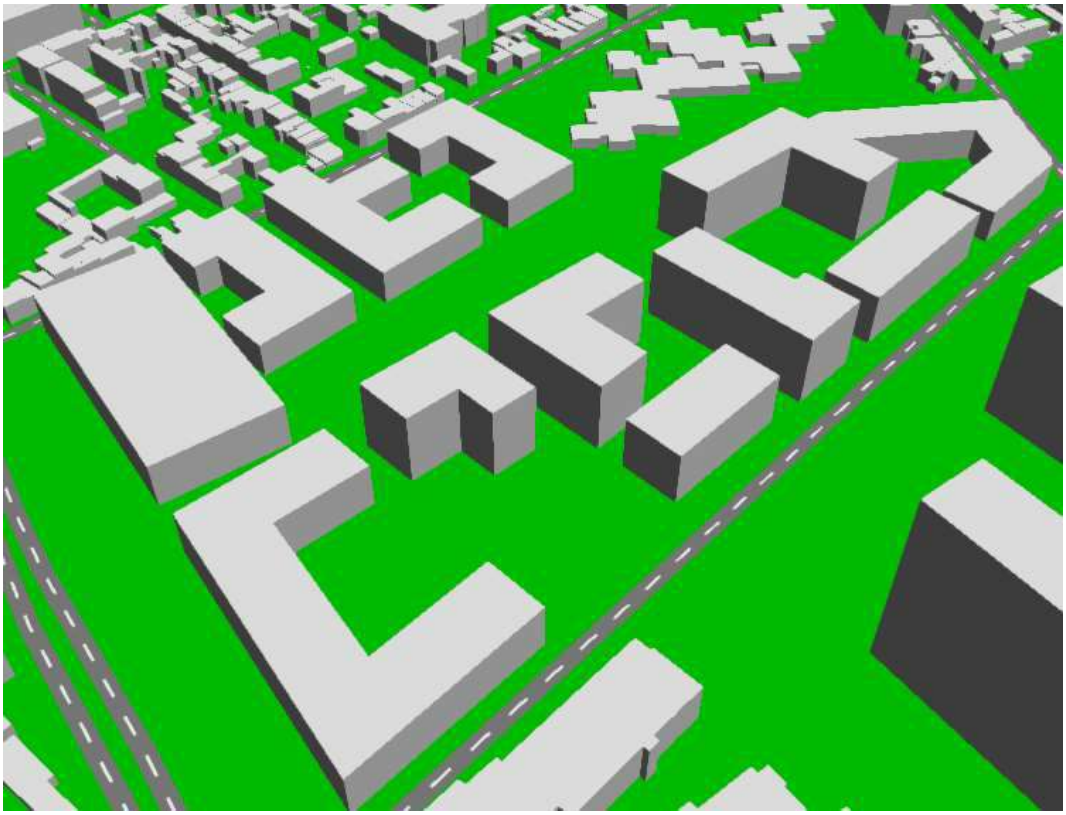
5.2.1 INTRODUCTION

L'impact principal attendu du projet sur les riverains existants est lié à l'augmentation de trafic routier induit par le projet sur les voiries avoisinantes.

C'est pourquoi l'impact du charroi généré par le projet a été étudié de manière précise grâce au modèle développé dans le cadre de la présente étude.

L'autre intérêt de la modélisation de la situation projetée est qu'elle permet aussi d'évaluer l'impact sonores du bruit routier sur la zone de projet, notamment le parc intérieur, et par extrapolation, les isolements de façade correspondants (voir chapitre 6.4).

Vue 3D de la modélisation acoustique de la situation projetée (source : ASM Acoustics)



5.2.2 HYPOTHESES DE CALCULS

- Mêmes hypothèses que les cartes de bruit réalisées pour la situation existante auxquelles les trafics routiers projetés ont été ajoutés sur base de l'étude mobilité. Pour la période de nuit, nous avons considéré proportionnellement la même augmentation que celle identifiée par le bureau d'étude mobilité, sur base des données de comptage obtenues pendant les mesures de bruit
- Les bâtiments projetés ont été modélisés sur base des plans fournis par le Maître de l'ouvrage
- Les vitesses pour la situation projetée sont identiques à celles considérées pour la situation existante.

5.2.3 RESULTATS AUX POINTS PONCTUELS

Le tableau ci-dessous présente les résultats de modélisation de la situation projetée.

Tableau 10 : Comparaison en dB(A) des résultats issus de la modélisation du bruit routier en situation projetée avec les résultats obtenus en situation existante

Point de référence	hauteur	Niveaux de bruit ambiant calculés (dB(A))				Différence (dB(A)) avant / après projet)	
		Situation existante		Situation projetée			
		Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Point 1	4	66,2	59,4	66,3	59,7	0,1	0,3
Point 2	4	54,6	47,8	52,4	45,5	-2,2	-2,3
Point 3	4	64,5	57,6	65,9	58,7	1,4	1,1
Point 4	4	56,9	50,7	58,7	52,3	1,8	1,6
Point 5	4	40,6	33,9	39,1	32,9	-1,5	-1,0
Point 6	4	46,6	40,0	45,4	38,5	-1,2	-1,5
R1	4	68,7	62,0	68,8	62,3	0,1	0,3
R2	4	57,0	50,8	57,6	51,6	0,6	0,8
R3	4	64,3	57,4	65,1	58,0	0,8	0,6
R4	4	57,2	50,3	57,7	50,9	0,5	0,6

Analyse

Les résultats aux points ponctuels montrent que l'augmentation du trafic routier causé par le projet aura un impact faible sur les niveaux sonores. Excepté aux points 3 et 4, les augmentations attendues sont inférieures à 1 dB(A), soit une variation inaudible par l'oreille humaine.

Lorsque la variation est comprise entre 1 et 3 dB(A), ce qui est le cas pour les points 3 et 4, celle-ci est légèrement audible mais peu perceptible. A noter qu'au point 3, l'augmentation n'est pas causée uniquement par l'augmentation de trafic mais également par la présence du nouveau bâtiment qui est plus proche de ce point (effet de réverbération du bruit).

Enfin les points 2, 5 et 6 montrent une diminution du niveau sonore par rapport à la situation existante. Cette diminution peut s'expliquer par l'effet d'écran qu'apporte les nouveaux bâtiments pour ces points.

5.2.4 CARTES DE BRUIT REALISES POUR LA SITUATION PROJETEE

Les cartes de bruit de la situation projetée sont reprises ci-après.

Rouen – Les Pépinières – Carte de bruit établie pour la situation projetée – HPS – maillage 5 x 5m – Hauteur 4m – Bruit routier (source : ASM Acoustics)

Rouen – Les Pépinières – Carte de bruit établie pour la situation projetée – Nuit – maillage 5 x 5m – Hauteur 4m – Bruit routier (source : ASM Acoustics)

Interprétation des cartes de bruits en situation projetée

Les cartes de bruit de la situation projetée montrent que :

- Comme en situation existante, la zone d'étude est principalement impactée par le trafic routier de l'avenue de la Libération et de la rue Saint-Julien, avec des niveaux sonores en façade des bâtiments du site du même ordre de grandeur qu'en situation existante ;
- Ce sont les augmentations de trafic sur la rue Parmentier et la rue Saint Julien qui sont les plus significatives mais elles restent faibles (moins de 2 dB(A) d'augmentation)
- Malgré l'ouverture au niveau de la façade côté avenue de la Libération qui est bien visible et déforce un peu l'effet d'écran des bâtiments, le caractère calme est conservé sur la majeur partie de la zone centrale du site et est même étendu sur la partie Est du site avec 40 à 45 dB(A) en journée et 30 à 40 dB(A) la nuit.

5.3 IMPACTS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT SONORE INITIAL

5.3.1 TRAFIC ROUTIER LIE AU PROJET

Augmentation du trafic liée au projet sur les voiries existantes

L'influence du trafic supplémentaire lié au projet sur les voiries existantes a été estimée sur base de la modélisation acoustique des données mobilité pour la situation existante et du charroi projeté induit par le projet (voir chapitre mobilité).

Les cartes de bruit montrent que l'impact du charroi sur les voiries existantes sera :

- Négligeable (0,1 à 0,6 dB(A)) au niveau de l'avenue de la Libération et au niveau de la rue de Gessard ;
- Faible (0,6 à 1,8 dB(A)) au niveau de la rue Parmentier et de la rue Saint Julien.

Parkings

Les parkings sont entièrement situés en sous-sol. Ils ne généreront pas de nuisances sonores hormis éventuellement pour le système de ventilation du parking souterrain qui sera traité d'un point de vue acoustique (voir chapitre suivant).

5.3.2 BRUITS GENERES PAR LES FUTURS COMMERCES

Actuellement environ 1500m² de commerces sont prévus sur la zone de projet, mais à ce stade nous disposons d'aucune information quant à la nature, horaires ou fonctionnement de ces commerces.

Les chapitres suivants listent pour information les différentes sources de bruit potentielles qui pourraient être générées par ces commerces.

Installations techniques

Pour rappel les installations techniques et activités du projet devront respecter le décret 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage qui définit des valeurs limites (appelées émergences limites) pour les périodes diurne et nocturne.

Tableau 11 : Emergences limites applicables pour les bruits de voisinage (décret du 31 août 2006)

Emergence limite pour la période de jour (7h-22h)	***Emergence limite pour la période de nuit (22h-7h)***	***Emergences spectrales limites par bande d'octave***	
		125 – 250 Hz	***500 – 4000Hz***
+5 dB(A)	+ 3dB(A)	+ 7 dB	+ 5 dB

En fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier, un terme correctif compris entre 0 à 6 dB(A) est à ajouter aux émergences limites fixées.

Les différentes activités projetées vont nécessiter la mise en œuvre de plusieurs installations techniques comme des groupes de ventilation, groupes de froids, chaudières….susceptibles d'engendrer des nuisances sonores à l'extérieur.

C'est la raison pour laquelle le maître d'ouvrage de chaque lot devra prendre les mesures nécessaires pour limiter les nuisances sonores et respecter les exigences réglementaires. A titre indicatif, le chapitre 6.3 reprends les principales recommandations à ce sujet.

Activité de livraisons (trafic de poids lourds, chargements et déchargements)

Le nombre de livraison lié aux futurs commerces n'est pas connu. Les livraisons concerneront surtout les commerces éventuels de type supermarchés ou HoReCa (restaurants/bar). Les autres types de commerces engendrent peu de trafic de livraisons.

Les sources de bruit principales liées aux livraisons et susceptibles d'induire une gêne sonore sont les suivantes :

- Bruits générés lors du déchargements / chargements des marchandises
- Bruit de moteur en marche et/ou moteur des camions frigorifiques
- Charroi des camions, notamment lors des manœuvres de marche arrière (bip de recul)

Afin de limiter au maximum l'impact des livraisons, des recommandations sont faites à ce sujet au chapitre 6.

Autres bruits de voisinage

La densification de la circulation piétonne liée à la fréquentation des commerces et/ou au développement d'activités à l'extérieur (terrasse de restaurant ou de café) est susceptible de générer des nuisances sonores, mais compte tenu de la configuration du site, celles-ci risquent d'être plus significatives pour les futurs habitants du site que pour les riverains existants.

5.3.3 BRUITS GENERES PAR LES FUTURS LOGEMENTS

Les immeubles de logements nécessitent beaucoup moins d'équipements techniques que les commerces et dans la mesure où le site accueillait déjà une forte densité de logements, il n'y a pas d'impact sonore significatif identifié par rapport à la situation existante hormis la ventilation des parkings qui est soumise aux mêmes valeurs limites que les commerces (décret du 31 août 2006 relatif aux bruits de voisinage).

5.4 IMPACTS DES SOURCES DE BRUITS EXISTANTES SUR LE PROJET

Le texte de référence s'appliquant pour déterminer les exigences d'isolement de façade est l'**Arrêté du 23 juillet 2013** modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

Ce texte s'applique directement aux bâtiments créés au sein du site des Pépinières et correspond à un minimum réglementaire.

Selon les niveaux de performance acoustique visée par chaque Maitrise d'Ouvrage, ces objectifs peuvent aller au-delà du minimum réglementaire, par exemple selon certains labels ou certifications.

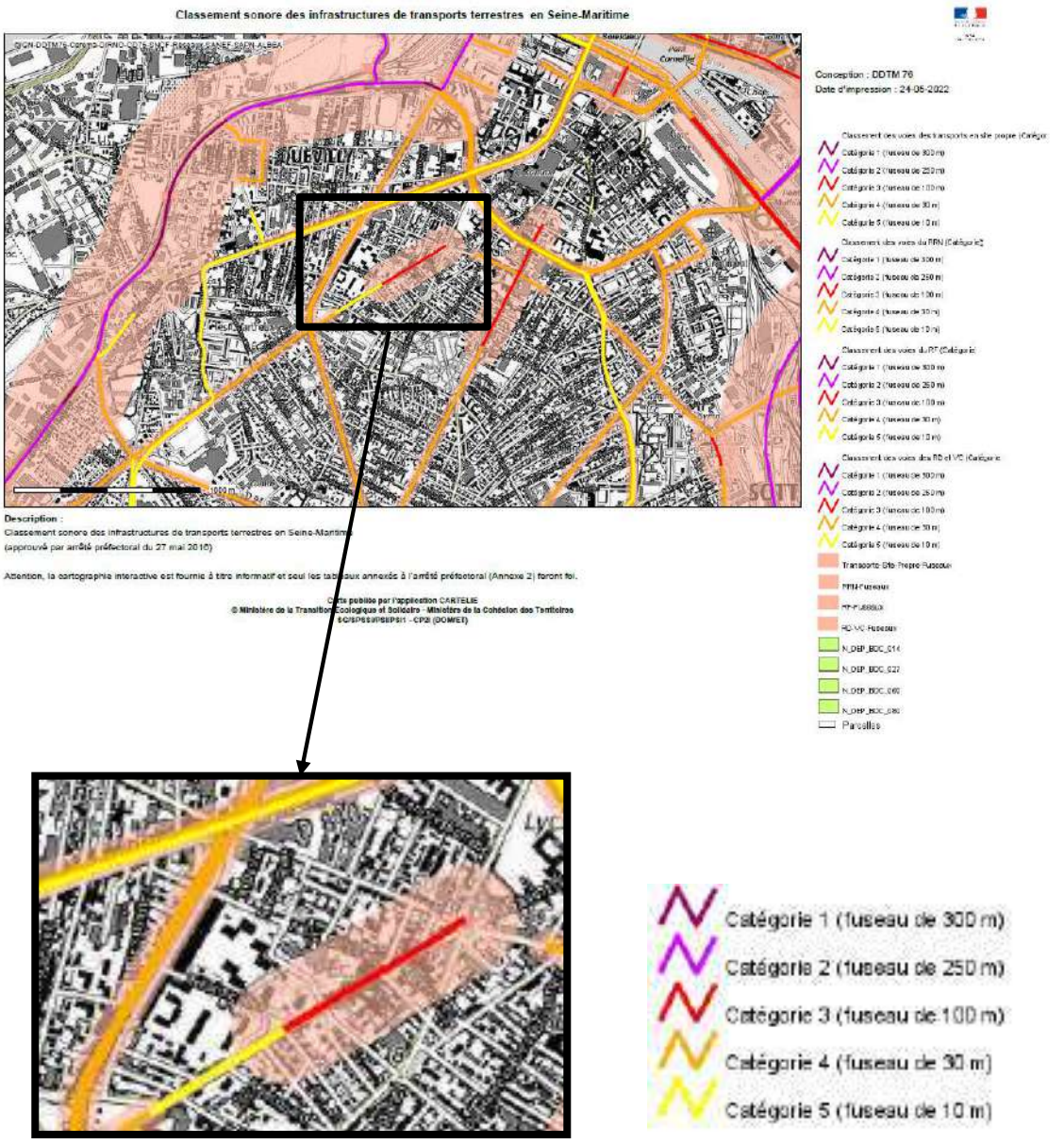
Pour chaque entité, il conviendra que la Mou / Moe réalise ses propres études et détermine les exigences en fonction des activités et du confort souhaité.

5.4.1 CLASSEMENT SONORES DE VOIES – ASPECT REGLEMENTAIRE

Pour les bâtiments de logements créés sur le site, les isolements au bruit de l'espace extérieur (isolements des façades) doivent répondre à l'**Arrêté du 23 juillet 2013** modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

Les classements sonores des infrastructures de transport terrestre à proximité du projet sont donnés dans l'arrêté relatif au classement sonore des infrastructures de transport terrestre dans le département de Seine-Maritime *(76).*

Carte de classement sonore



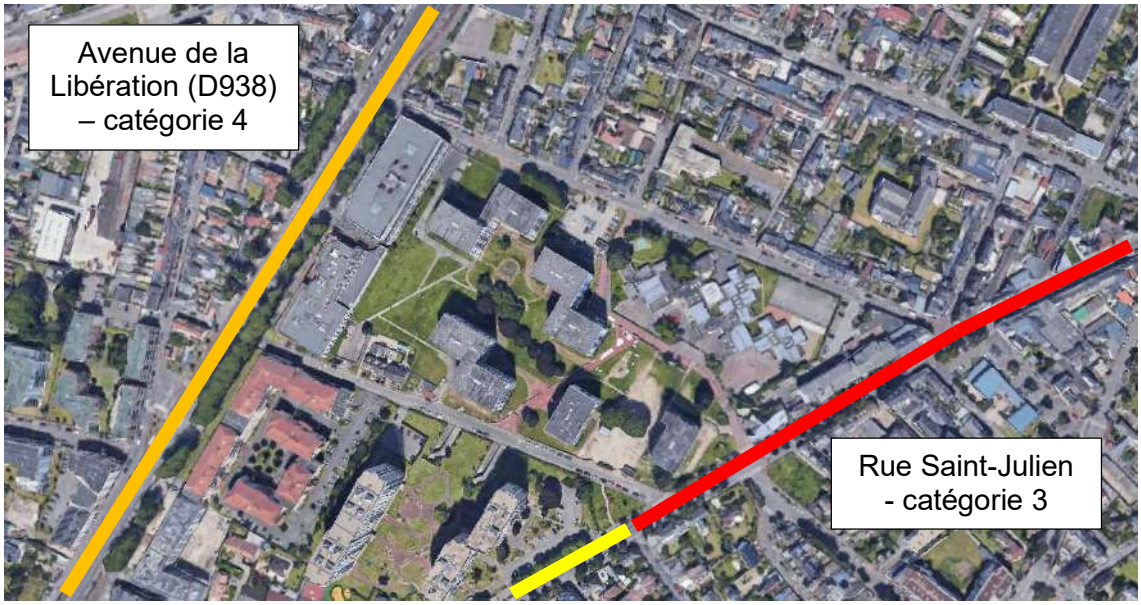
Les infrastructures de transport classées suivantes impactent le projet :

- Avenue de la Libération (D938) – catégorie 4 (en orange)
- Rue Saint-Julien (tronçon entre la rue de l'Impératrice Mathilde et la Place Saint-Clément) – catégorie 3 (en rouge)

Le tronçon au-delà de la rue de l'Impératrice Mathilde est classée en catégorie 5 (en jaune)

La rue Parmentier (au sud de la parcelle) et la rue de Gessard (au nord de la parcelle) ne constituent pas des voies classées au sens de l'Arrêté du 23 juillet 2013.

Vue aérienne



Le classement sonore des voies est défini par Arrêté Préfectoral. Il est d'application obligatoire dans le cadre de la définition des exigences en termes d'isolements de façade selon l'arrêté du 23 juillet 2013.

En l'absence de modification importante du trafic routier de l'état existant par rapport à l'état projeté, avec des augmentations de niveaux sonores limitées de l'ordre de 0.5 à 1.5 dB(A), le classement reste à priori inchangé (sauf décision de la Préfecture).

5.4.2 PLAN D'EXPOSITION AU BRUIT D'UN AEROPORT

Localisation du projet par rapport aux PEB

Le projet n'est pas implanté dans une zone d'un Plan d'Exposition au Bruit d'un aéroport.

5.4.3 AUTRES SOURCES DE BRUIT

Les commerces et leurs équipements techniques associés sont soumis aux exigences du Décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la sante publique (dispositions réglementaires). L'impact sonore de ces activités sera donc limité aux émergences sonores de 5 dB(A) et 3 dB(A) respectivement en période diurne et nocturne. Il n'y a pas d'impact significatif à prévoir sur les isolements de façade induits.

Seule la présence de l'école maternelle et élémentaire « Pépinière – Saint Julien » pourrait éventuellement justifier un isolement de façade plus conséquent pour les lots B2, D et « St Julien ». A ce stade, vu que les bruits générés par l'école ont uniquement lieu en journée et sur de courtes périodes (récréation et/ou occupation des terrains de sports extérieurs), il n'est pas jugé nécessaire de prévoir un isolement renforcé pour ces 3 lots.

5.5 ISOLEMENT AU BRUIT DE L'ESPACE EXTERIEUR DES BATIMENTS CREES

5.5.1 ISOLEMENTS DE FAÇADE DES BATIMENTS PROJETES – ASPECT REGLEMENTAIRE

Le respect réglementaire de l'Arrêté du 23 juillet 2013 s'applique notamment aux constructions neuves de type :

- Bâtiments de logements (soumis à l'Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation)
- Bâtiments comportant des lieux de vie avec des locaux de sommeil, assimilé à du logement (EPHAD, Internats, Foyers avec locaux de sommeil, etc.)
- Hôtels (soumis à Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les hôtels)
- Etablissements de santé (soumis à l'Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements de santé)
- Etablissements d'enseignement (soumis à l'Arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement)

Pour les bâtiments tertiaires, l'Arrêté du 23 juillet 2013 n'est pas strictement applicable, même s'il peut servir de base à la définition des objectifs acoustiques en termes de confort.

Les valeurs d'isolement de façade $D_{nT,A,tr}$ (en dB) des différents bâtiments projetés de la ZAC sont définies selon l'Arrêté du 23 juillet 2013 en considérant des classements sonores inchangés.

Il est important de noter que les valeurs d'isolement données ci-après permettent de donner l'isolement de façade minimum réglementaire. Néanmoins, il est à la charge des différentes Maitrises d'Ouvrages assistées de leurs maitrises d'œuvres de réaliser les études liées au dimensionnement des isolements de façade de leurs projets, selon les évolutions géométriques des bâtiments, les plans et le niveau de confort recherché.

Les objectifs réglementaires en termes d'isolement au bruit extérieur sont les suivants :

Exigences d'isolement vis-à-vis du bruit de l'espace extérieur $D_{nT,A,tr}$ (en dB)selon l'Arrêté du 23 juillet 2013

Légende	Objectif d'isolement de façade - $D_{nT,A,tr}$
	≥ 38 dB
	≥ 36 dB
	≥ 35 dB
	≥ 32 dB
	≥ 30 dB

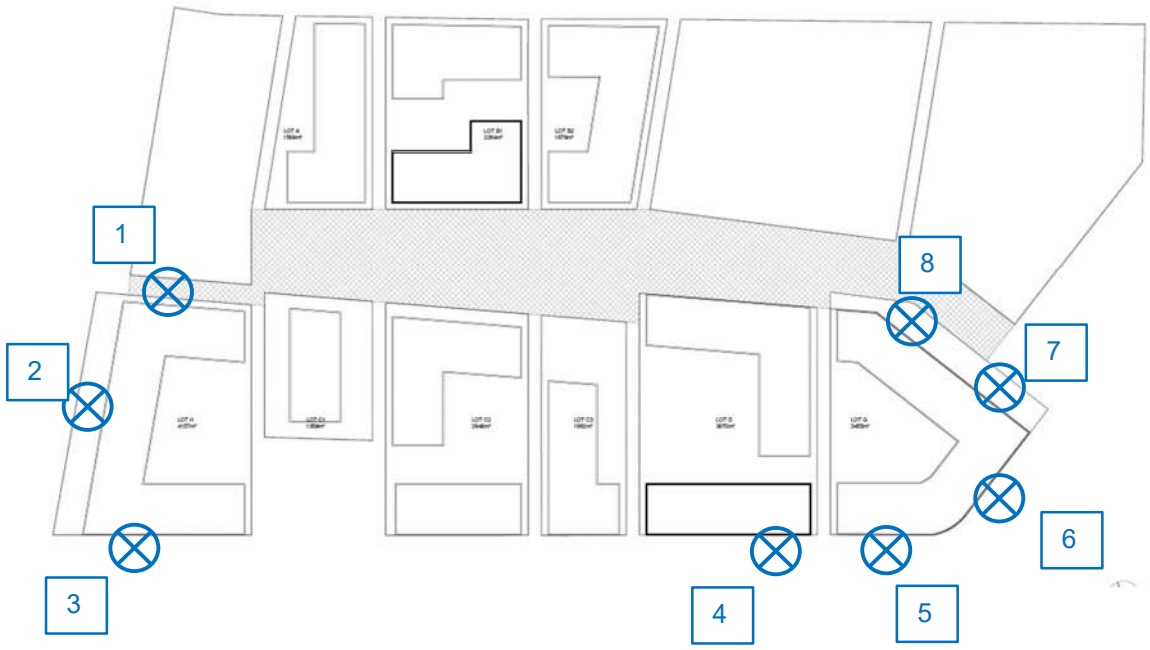
Ces exigences concernent :

- Les pièces principales (chambres et séjours)
- Les cuisines

5.5.2 ESTIMATION DES NIVEAUX SONORES EN FAÇADE DES BATIMENTS PROJETES

Des calculs de niveaux sonores ont été réalisés à 2 mètres en façade (et 4 mètres de hauteur) au niveau des façades des bâtiments projetés les plus exposés au bruit des infrastructures de transport classées.

Localisation des points de calcul à 2 m en façade (et 4 m de hauteur)



Niveaux sonores calculés :

N° du point	Niveau sonore calculé (État projeté)	Isolement de façade réglementaire $D_{nT,A,tr}$
Point n°1	59,8	≥ 30 dB
Point n°2	65,0	≥ 32 dB
Point n°3	60,1	≥ 30 dB
Point n°4	61,2	≥ 32 dB
Point n°5	62,1	≥ 36 dB
Point n°6	65,3	≥ 38 dB
Point n°7	58,8	≥ 35 dB
Point n°8	46,8	≥ 32 dB

Au vu des niveaux sonores calculés à 2 mètres en façade des bâtiments projetés proches des deux voies classées ;

- Avenue de la Libération (D938) – catégorie 4 (en orange)
- Rue Saint-Julien (tronçon entre la rue de l'Impératrice Mathilde et la Place Saint-Clément) – catégorie 3 (en rouge)

Il apparait que les niveaux sonores sont très comparables, notamment pour les points en façade donnant directement sur les voies :

- Point n°2 : 65.0 dB(A)
- Point n°6 : 65.3 dB(A)

Le classement sonore de la rue Saint-Julien, défini par Arrêté Préfectoral est en catégorie 3, est considéré comme plus bruyante que l'Avenue de la Libération (catégorie 4). Le classement ne reflète pas les données trafics et les niveaux sonores calculés par modélisation.

Cette différence est aussi visible sur les Cartes Stratégiques de Bruit de la ville de Rouen, avec un niveau sonore à peu près équivalent voire moins élevé au niveau de la Rue Saint-Julien qu'au niveau de l'Avenue de la Libération, alors que le classement donne une donnée contraire.

Il pourrait être bénéfique de profiter des études prévisionnelles de trafic, ainsi que de l'étude de bruit pour actualiser la catégorie de la rue Saint-Julien.

En l'absence de mise à jour de l'Arrêté Préfectoral définissant le classement sonore des voies routières pour la ville de Rouen, la catégorie actuelle reste d'application réglementaire pour définir les exigences d'isolement de façade.

Il est néanmoins rappelé qu'une sur-isolation acoustique des façades n'est pas bénéfique pour le confort des occupants des logements concernés, puisqu'en réduisant l'impact sonore du bruit extérieur vis-à-vis de l'intérieur du logement, cela entraîne une réduction du bruit ambiant intérieur, et une résurgence des bruits intérieur à l'immeuble (bruits d'ascenseur, de voisinage, bruit de choc, claquements de portes, écoulements d'eau, etc.).

5.6 CONCLUSION SUR LA SITUATION PROJETEE

Les augmentations de bruit liés aux augmentations du trafic routier sur les routes existantes auront un impact négligeable pour l'avenue de la Libération et la rue de Gessard (de 0,1 à 0,6 dB(A) à faible pour la rue Parmentier et la rue Saint Julien où les niveaux de bruit attendus pourront augmenter jusqu'à 1,8 dB(A).

Au centre du site, et malgré l'ouverture du bâti sur l'avenue de la Libération qui localement permet au bruit de « rentrer » sur le site, on peut même s'attendre à une très légère diminution (1 à 1,5dB(A)) des niveaux sonores et une extension de la zone calme vers l'est du site grâce à l'effet d'obstacle et la configuration des autres bâtiments.

Le bruit généré par les équipements techniques sera limité et n'entrainera pas de nuisances sonores pour les riverains. En effet, ils devront être conformes aux exigences les plus strictes applicables sur la zone de projet au droit des riverains et ne devraient pas être audibles en raison du peu de bruit qu'ils génèreront par rapport au bruit routier existant.

Le projet aura donc peu d'impact sur l'environnement sonore actuel du site.

Les recommandations du chapitre suivant sont émises dans le but de réduire le plus possible les impacts sonores négatifs induits par le projet sur l'environnement sonore et d'optimiser autant que possible les espaces de calmes sur la zone.

6 RECOMMANDATIONS

6.1 RECOMMANDATIONS SPECIFIQUES

Les recommandations émises ci-après ne sont pas exhaustives car elles sont susceptibles d'être optimisées/complétées grâce aux études spécifiques qu'il est recommandé de réaliser pour chaque bâtiment ou activité lors de la conception des bâtiments (mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage) ou bien lors de la demande de permis spécifique à chaque activité.

Néanmoins à ce stade de l'étude et compte tenu des informations portées à notre connaissance, les recommandations pour améliorer l'environnement sonore sur la zone de projet sont les suivantes :

6.2 TRAFIC ROUTIER GENERE PAR LE PROJET, ACCES AU SITE

Livraisons :

- Autoriser les livraisons uniquement en semaine, de préférence sur les périodes de jour et de transition (6h-22h du lundi au samedi).
- Mettre en place un plan de circulation interdisant aux chauffeurs de poids lourds d'emprunter les voiries les plus locales
- Interdire le stationnement des véhicules moteur en marche sur ou à proximité de la zone de livraison…

6.3 INSTALLATIONS TECHNIQUES

Pour rappel les installations techniques et activités du projet devront respecter le décret 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage qui définit des valeurs limites (appelées émergences limites) pour les périodes diurne et nocturne (voir chapitre 5.3.2).

Pour garantir cela, il est nécessaire de prévoir une étude acoustique spécifique concernant les installations techniques de manière à dimensionner correctement les solutions anti-bruit adaptées à chacun des équipements en fonction des valeurs fixées.

A titre d'information, les solutions possibles sont les suivantes (valables pour l'ensemble des équipements techniques présents sur la zone de projet) :

- Choisir de préférence les équipements les moins bruyants
- Equiper chaque ouverture de ventilation des locaux technique et chaque rejet et prise d'air d'un ou plusieurs silencieux acoustiques permettant d'atteindre les valeurs limites fixées
- Préférer les équipements en bâtiment. En cas de mise en œuvre en toiture, prévoir systématiquement la construction de locaux techniques isolés et ventilé qui accueilleront les équipements. La ventilation de ces locaux sera traitée par des silencieux adaptés pour ne pas détériorer l'isolement des locaux. En cas d'impossibilité technique d'installation de l'équipement en local technique fermé, il devra être implanté sur la toiture la plus élevée, le plus éloigné possible des riverains et, au besoin, être équipé d'écrans antibruit périphériques
- Arrêter un maximum d'équipements en période de nuit
- Procéder aux tests de maintenance des équipements de secours ou de désenfumage uniquement en journée (6-18h)…

Les équipements techniques sont également susceptibles de générer des nuisances sonores ou vibratoires à l'intérieur des bâtiments, c'est pourquoi les recommandations complémentaires suivantes sont émises :

- Mise en œuvre de silencieux sur les réseaux de ventilation (réseaux de soufflage et de reprise d'air des locaux),
- Isolation renforcée des locaux techniques, en particulier si ceux-ci sont mitoyens de locaux utilisés comme des chambres ou des locaux de séjour,
- Installation systématique d'anti-vibratiles adaptés sous les équipements techniques et désolidarisation des gaines et tuyauteries,
- Soigner le passage des gaines et tuyauteries, à travers les parois de manière à éviter les transmissions solidiennes et les phénomènes d'interphonie.

La réalisation d'une étude acoustique spécifique concernant les installations techniques et leur isolement par rapport aux locaux utilisés est primordiale pour dimensionner correctement les solutions antibruit adaptées à chacun des équipements en fonction de la destination et des objectifs de confort souhaité à l'intérieur des locaux.

6.4 RECOMMANDATIONS POUR LES BATIMENTS

- Favoriser autant que possible des revêtements de façades poreux, non lisses et présentant des aspérités de manière à absorber au maximum le bruit et limiter la réverbération du bruit sur les façades
- Les façades présentant des balcons et/ou une architecture non linéaire au niveau des façades, permettent de mieux « casser » les réflexions des ondes sonores, ce qui réduit aussi le phénomène d'amplification du bruit par réverbération
- Prévoir des fenêtres et vitrage de haute performance acoustique de manière à respecter les objectifs d'isolements de façade fixés au point 5.5.

6.5 RECOMMANDATIONS EN PHASE DE CHANTIER

Le choix des équipements et des techniques de construction les moins bruyants est primordial pour la réduction de l'impact sonore du chantier.

De même une bonne localisation des sources de bruit et de la zone de livraison pourra permettre une réduction significative des nuisances sonores.

Enfin la planification des tâches et l'information des riverains sont des outils essentiels pour limiter la gêne sonore ressentie par les riverains.

Pour minimiser les nuisances sonores et vibratoires du chantier, les recommandations suivantes sont émises :

6.5.1 RECOMMANDATIONS GENERALES

- Fixer un horaire de chantier fixe et impératif en période de semaine et la journée uniquement (l'horaire doit être compris entre 7h00 et 18h00)), en contrôler le respect
- N'accepter de dérogation d'horaires que pour raisons exceptionnelles (acheminement de matériaux par transport exceptionnel de nuit, ...).
- Réaliser les travaux bruyants suivant un planning aussi serré que possible.
- Localiser les principales sources de bruit le plus éloigné possible des riverains et dans les zones les plus bruyantes (ici le long de l'avenue de la Libération ou au niveau de la rue Saint Julien) .

- Etudier l'emplacement des sources de manière à disposer les bâtiments existants, bureaux temporaires, les containers et les stocks de matériaux de grandes dimensions entre le chantier et les habitations riveraines, ceci afin de pouvoir disposer de l'effet d'obstacle à la propagation sonore qu'ils pourraient offrir.
- Maintenir une bonne communication entre les riverains et l'entrepreneur par l'intermédiaire d'un responsable. Ce responsable se chargerait d'informer le voisinage du déroulement des travaux et des périodes durant lesquelles des activités bruyantes seront effectuées.
- En cas de doute, concernant certaines phases d'un chantier, effectuer un monitoring pendant le chantier même. Celui-ci permet de détecter si des dépassements des niveaux admissibles sont possibles et de prévenir d'éventuels litiges.

6.5.2 EQUIPEMENTS ET ENGINS TECHNIQUES

Les incidences sonores des engins et équipements de chantier sont mieux traitées à la source (puissance sonore émise par l'engin lui-même) car celles-ci sont ensuite difficilement maîtrisables sur site.

- Utiliser des machines et équipements portant le marquage CE attestant du respect de certains niveaux sonores maximaux admissibles ou plus silencieux. Sont particulièrement visés par les normes de bruit : le matériel et les engins de chantier, groupe électrogène de puissance ou de soudage, grue à tour, marteau-piqueur, moto-compresseur, pelles hydrauliques, etc...
- Enfermer ou isoler (capotage) le plus possible les pompes, moteurs et transformateurs utilisés ;
- Limiter au maximum la durée d'apparition du bruit en mettant hors tension les machines dès qu'on en a plus l'utilité, en particulier la nuit et le week-end.
- Employer des machines et outils de chantier les moins bruyants possible et bien entretenus : pas de plaques vibrantes, affûtage des lames des scies et des outils servant à découper, équilibrage des machines tournantes, lubrification adéquate pour éviter les grincements dus aux frictions, entretien des dispositifs d'insonorisation placés sur les machines tels que les silencieux, les pots d'échappement et les capots insonorisant, etc…
- Interdire le stationnement prolongé (moteur en marche) des engins de chantier.
- Aménager un plan de circulation des engins de manière à limiter la mise en route de la sirène de recul.

6.5.3 TRAFIC CHANTIER ET LIVRAISONS

- Etablir un plan de circulation des poids lourds de manière à limiter les manœuvres et en particulier les marches arrière (sirènes de recul des poids lourds et engins de chantier). Dans le cas présent il est souhaité, autant que possible, d'aménager l'accès côté avenue de la Libération ou côté rue Saint Julien .
- Respect strict des limitations de vitesses et interdiction de l'utilisation du klaxon sur le site.
- Aménager une zone de déchargement/chargement des poids lourds à l'abri des riverains.
- Interdire l'arrêt ou le stationnement moteur en marche des camions, et tout particulièrement en cas de stationnement sauvage en dehors de la zone de livraisons.

6.5.4 VIBRATIONS

La problématique des vibrations se rapproche fort de celle du bruit : il est souvent plus intéressant de traiter les problèmes à la source que d'en réduire les conséquences.

Afin de réduire l'impact des vibrations sur le voisinage, les recommandations sont les suivantes :

- Etudier l'emplacement des sources. Les vibrations diminuent généralement avec la distance. Attention, le sous-sol peut induire des vibrations plus importantes à certains endroits éloignés en raison de la composition du sol ;
- Choisir les techniques de construction le moins génératrices de vibrations ;
- Pour une machine fixe qui transmet des vibrations de haute fréquence, il est possible de la placer sur des silentblocs (blocs amortisseurs). Pour les basses fréquences, le problème est plus compliqué et demande une étude spécialisée. Des plots ressorts à fréquence de coupure basse sont en général à favoriser ;
- Vérifier le bon état du matériel ainsi que son fonctionnement. Un bon entretien des engins et une utilisation en douceur sont des points importants pour limiter les vibrations. Assurer un bon équilibrage des machines tournantes.

6.5.5 BRUIT AUPRES DES TRAVAILLEURS

- Informer le personnel travaillant sur le chantier de la nécessité de réduire le bruit ainsi que des dangers liés aux niveaux de bruit excessifs ;
- Assurer la protection des travailleurs contre les risques découlant ou pouvant découler d'une exposition au bruit pendant le travail. L'exposition quotidienne personnelle du travailleur doit être inférieure à 80 dB(A). Si cela n'est pas le cas, des mesures de protection spécifiques doivent être prises, variant selon que le niveau sonore dépasse ou non 87 dB(A) ;
- Imposer de manière générale le port de protection auditive (de préférence casque anti-bruit) pour les travailleurs lors de l'utilisation de machines bruyantes et/ou de travaux bruyants (exemple : utilisation marteau-piqueur…) ;
- Limiter la durée d'exposition au bruit journalière des travailleurs

7 ANNEXES

7.1 ANNEXE 1 : FICHES DE MESURES ACOUSTIQUES

Annexe : Fiches individuelles des mesures acoustiques

FICHE 1/6 : POINT DE MESURE COURTE DUREE Point 1

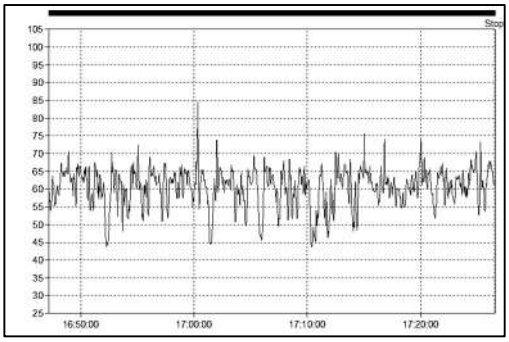
Localisation : avenue de la libération
Coordonnées GPS : 49.42720812851274, 1.0701331553194748
Distance par rapport aux façades : 15m
Distance par rapport à la route : 15m
Hauteur du point de mesure : 4m.

Description environnement physique : Milieu ouvert

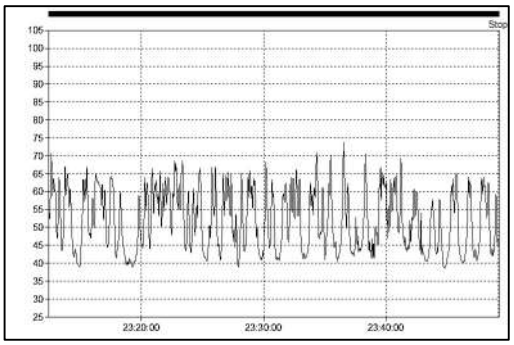
Description des sources sonores mesurées : Avenue à double sens composé d'une voie réservée au bus (TEOR) et d'une voie empruntée par les automobilistes.

Date et durée des mesures : Le lundi 09 mai 2022 de 16h45 à 17h25 pour la période de jour et de 23h10 à 23h50 pour la période de nuit.

Evolution temporelle – Jour



Evolution temporelle – Nuit



Période de jour : résultats des mesures

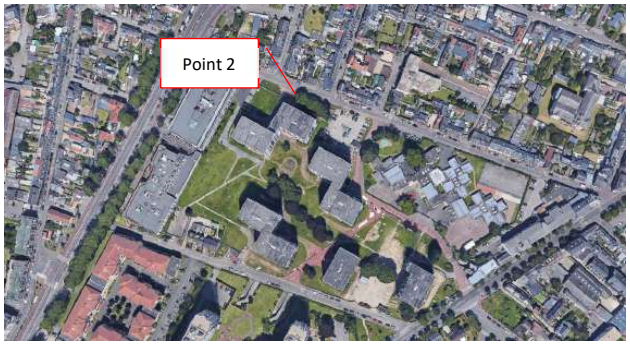
Point 1_avenue de la libération			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 16h45							
Fin	09-05-22 17h25							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Mesure	40	**63,5**	42,0	90,5	49,5	52,5	61,0	66,0

Période de nuit : résultats des mesures

Point 1_avenue de la libération			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 23h10							
Fin	09-05-22 23h50							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Mesure	40	**59,0**	38,0	78,0	40,5	41,5	51,0	63,5

FICHE 2/6 : POINT DE MESURE COURTE DUREE Point 2

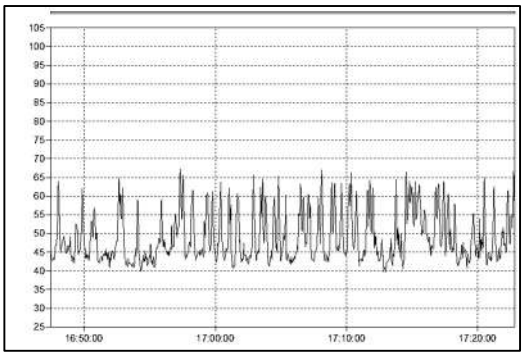
Localisation : rue de Gessard
Coordonnées GPS : 49.42714249461764, 1.0714674341102046
Distance par rapport aux façades : 10m
Distance par rapport à la route : 5m
Hauteur du point de mesure : 4m.



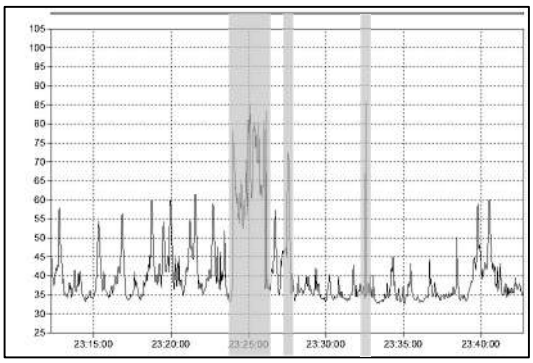
Description environnement physique : Milieu ouvert
Description des sources sonores mesurées : Situé rue de Gessard. Rue à double sens composé d'une seule voie. Perturbation liée au passage de véhicules.

Date et durée des mesures : Le lundi 09 mai 2022 de 16h45 à 17h25 pour la période de jour et de 23h10 à 23h45 pour la période de nuit.

Evolution temporelle – Jour



Evolution temporelle – Nuit



Période de jour : résultats des mesures

Point 2_ rue de Gessard			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 16h45							
Fin	09-05-22 17h25							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Mesure	40	**54,5**	37,5	71,0	41,0	42,0	46,5	59,0

Période de nuit : résultats des mesures

Point 2_ rue de Gessard			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 23h10							
Fin	09-05-22 23h45							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Mesure	35	**45,0**	32,0	63,0	33,5	34,0	36,5	45,5

Remarque : Des bruits non-représentatifs ont perturbés les mesures (zone grisée). Ces périodes ont été supprimées de l'analyse.

FICHE 3/6 : POINT DE MESURE COURTE DUREE Point 3

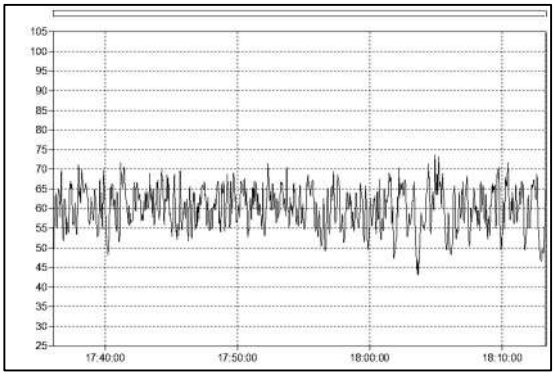
Localisation : rue Saint Julien
Coordonnées GPS : 49.42545389477038, 1.0731762936652838
Distance par rapport aux façades : -
Distance par rapport à la route : 2m
Hauteur du point de mesure : 4m

Description environnement physique : Milieu ouvert

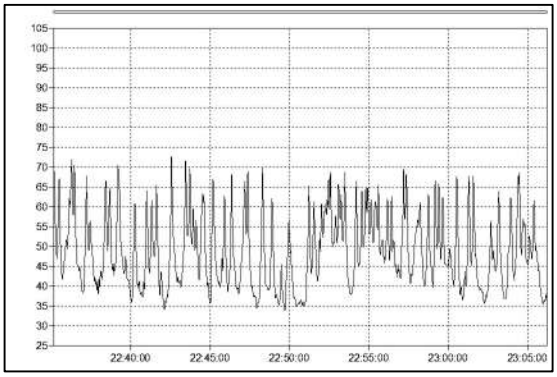
Description des sources sonores mesurées : Situé rue Saint Julien. Rue à double sens composé d'une seule voie. Feu tricolore à proximité. Perturbation liée au passage de véhicules, aux oiseaux.

Date et durée des mesures : Le lundi 09 mai 2022 de 17h35 à 18h15 pour la période de jour et de 22h30 à 23h05 pour la période de nuit.

Evolution temporelle – Jour



Evolution temporelle – Nuit



Période de jour : résultats des mesures

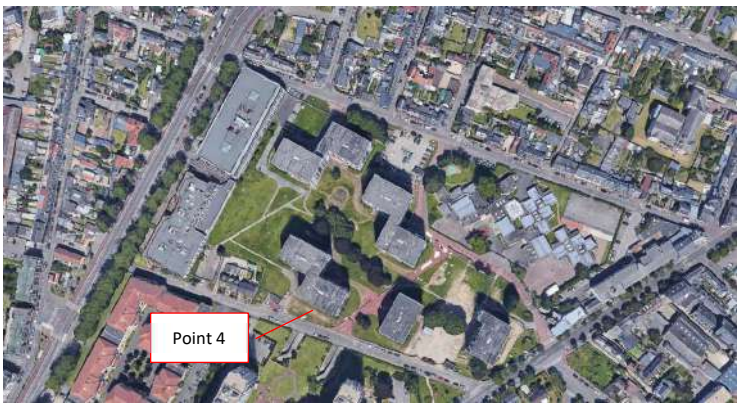
Point 3_ rue Saint Julien			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 17h35							
Fin	09-05-22 18h15							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Mesure	40	**63,0**	42,0	81,0	51,0	53,0	60,0	66,5

Période de nuit : résultats des mesures

Point 3_ rue Saint Julien			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 22h30							
Fin	09-05-22 23h05							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Mesure	35	**57,5**	33,0	77,0	36,0	37,5	47,0	61,0

FICHE 4/6 : POINT DE MESURE COURTE DUREE Point 4

Localisation : Rue Parmentier
Coordonnées GPS : 49.42574704427625, 1.0711669937734352
Distance par rapport aux façades : 15m
Distance par rapport à la route : 1m
Hauteur du point de mesure : 4m.

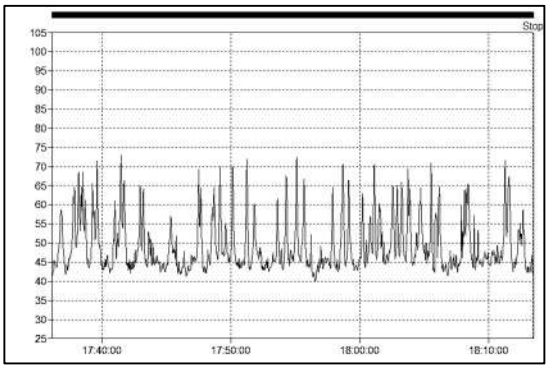


Description environnement physique : Milieu ouvert

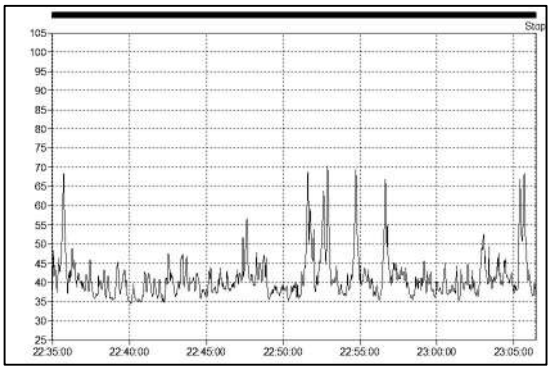
Description des sources sonores mesurées : Situé Rue Parmentier. Rue à double sens composé d'une seule voie. Circulation faible → Principalement des résidents. Quartier calme. Perception lointaine de l'Avenue de la libération et Rue Saint Julien.

Date et durée des mesures : Le lundi 09 mai 2022 de 17h35 à 18h15 pour la période de jour et de 22h35 à 23h10 pour la période de nuit.

Evolution temporelle – Jour



Evolution temporelle – Nuit



Période de jour : résultats des mesures

Point 4_ rue Parmentier			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 17h35							
Fin	09-05-22 18h15							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Mesure	40	**57,0**	39,0	77,0	42,0	43,0	46,0	59,0

Période de nuit : résultats des mesures

Point 4_ rue Parmentier			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 22h35							
Fin	09-05-22 23h10							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Mesure	35	**51,0**	34,0	74,0	36,0	36,5	40,0	47,0

FICHE 5/6 : POINT DE MESURE COURTE DUREE Point 5

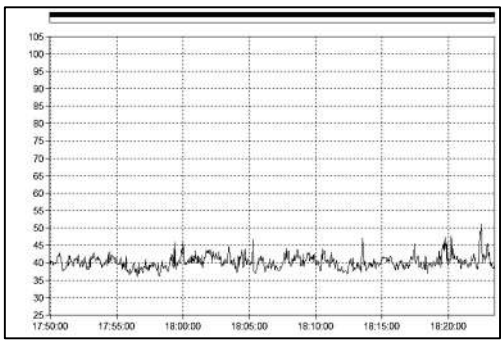
Localisation : zone calme de l'ancienne zone d'habitation
Coordonnées GPS : 49.42610717985443, 1.0713896378881513
Distance par rapport aux façades : au milieu des bâtiments
Distance par rapport à la route : pas de route à côté
Hauteur du point de mesure : 4m.

Description environnement physique : Milieu ouvert

Description des sources sonores mesurées : : « Zone centrale ». Bruits des feuilles d'arbres + volets des anciennes habitations induits par le vent.

Date et durée des mesures : Le lundi 09 mai 2022 de 17h50 à 18h25 pour la période de jour.

Evolution temporelle – Jour

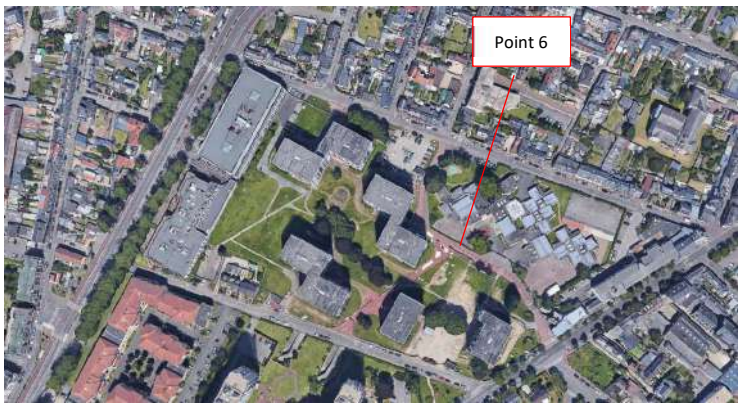


Période de jour : résultats des mesures

Point 5_ rue Parmentier			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 17h50							
Fin	09-05-22 18h25							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Mesure	35	**41,0**	35,0	55,0	37,5	38,0	40,0	42,5

FICHE 6/6 : POINT DE MESURE COURTE DUREE Point 6

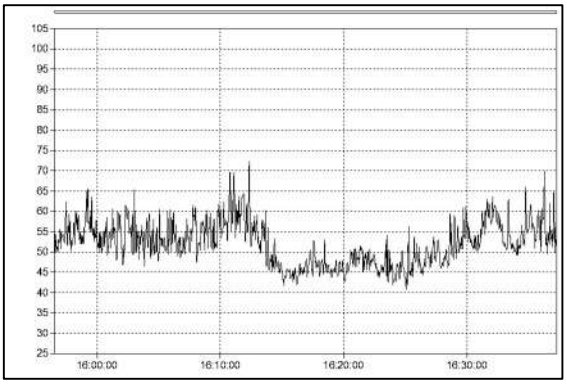
Localisation : Allé des Pépinières
Coordonnées GPS : 49.42627118124531, 1.0725155330983875
Distance par rapport aux façades : 15m
Distance par rapport à la route : aucune à côté
Hauteur du point de mesure : 4m



Description environnement physique : Milieu ouvert

Description des sources sonores mesurées : Situé Allée des pépinières.
15h55 à 16h15 : Enfants présents dans la cour de récréation
16h15 à 16h28 : Faible passage dans l'allée. Les enfants ne sont plus dans la cour.
16h28 à 16h35: Sortie d'école
Date et durée des mesures : Le lundi 09 mai 2022 de 15h55 à 16h35 pour la période de jour.

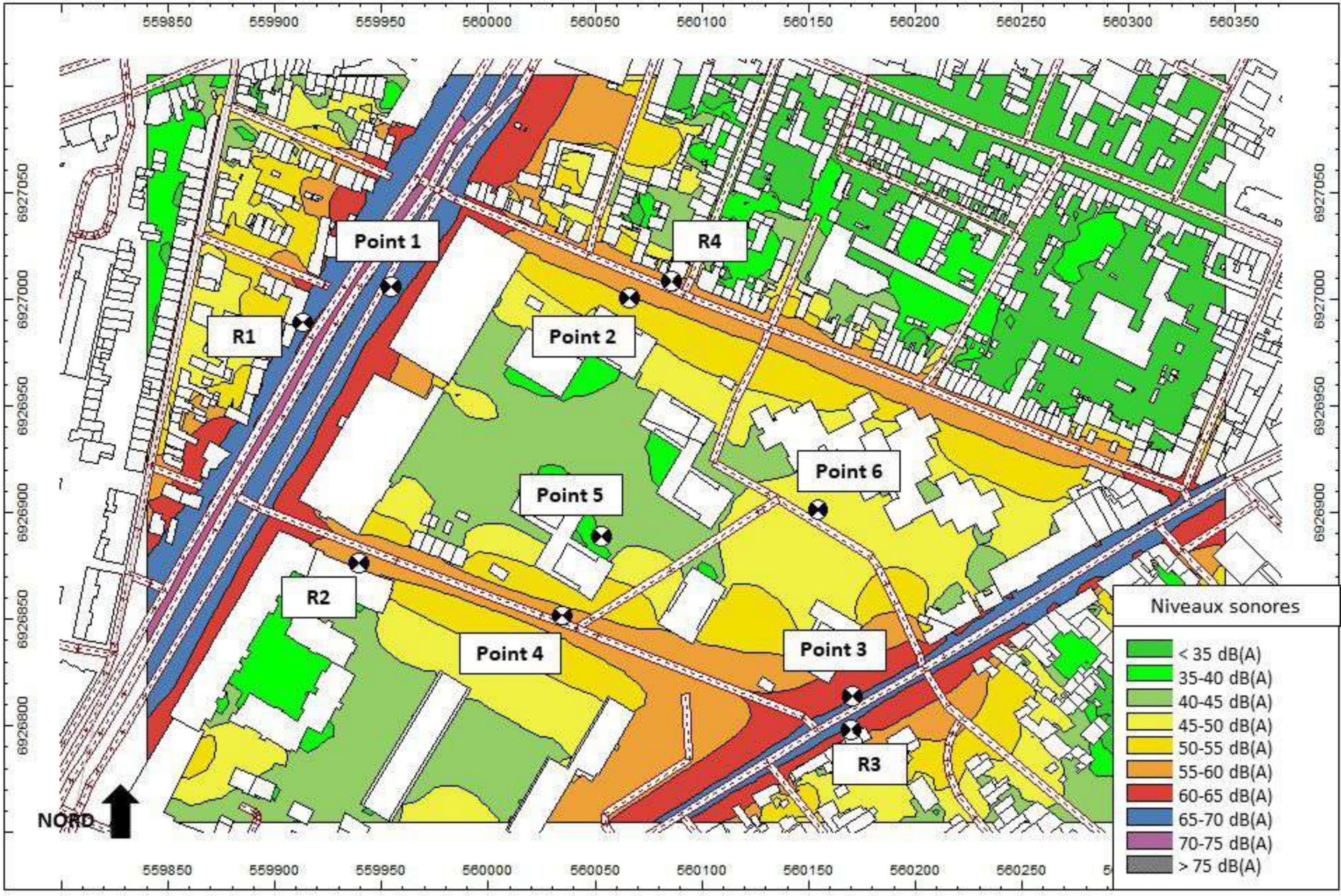
Evolution temporelle – Jour



Période de jour : résultats des mesures

Point 6-Allé des Pépinières			Niveaux en dB(A)					
Début	09-05-22 15h55							
Fin	09-05-22 16h35							
Sources	Durée Cumulée min	**LAeq**	LAmin	LAmax	LA95	LA90	LA50	LA10
Global	40	**56,0**	39,0	81,0	43,5	44,5	50,0	58,5
15h55 à 16h15	20	57,5	41,0	79,5	45,5	46,5	52,0	60,0
16h15 à 16h28	13	47,5	39,0	65,0	42,0	43,0	46,0	50,0
16h28 à 16h35	7	57,0	44,0	81,0	47,5	48,5	53,0	60,0

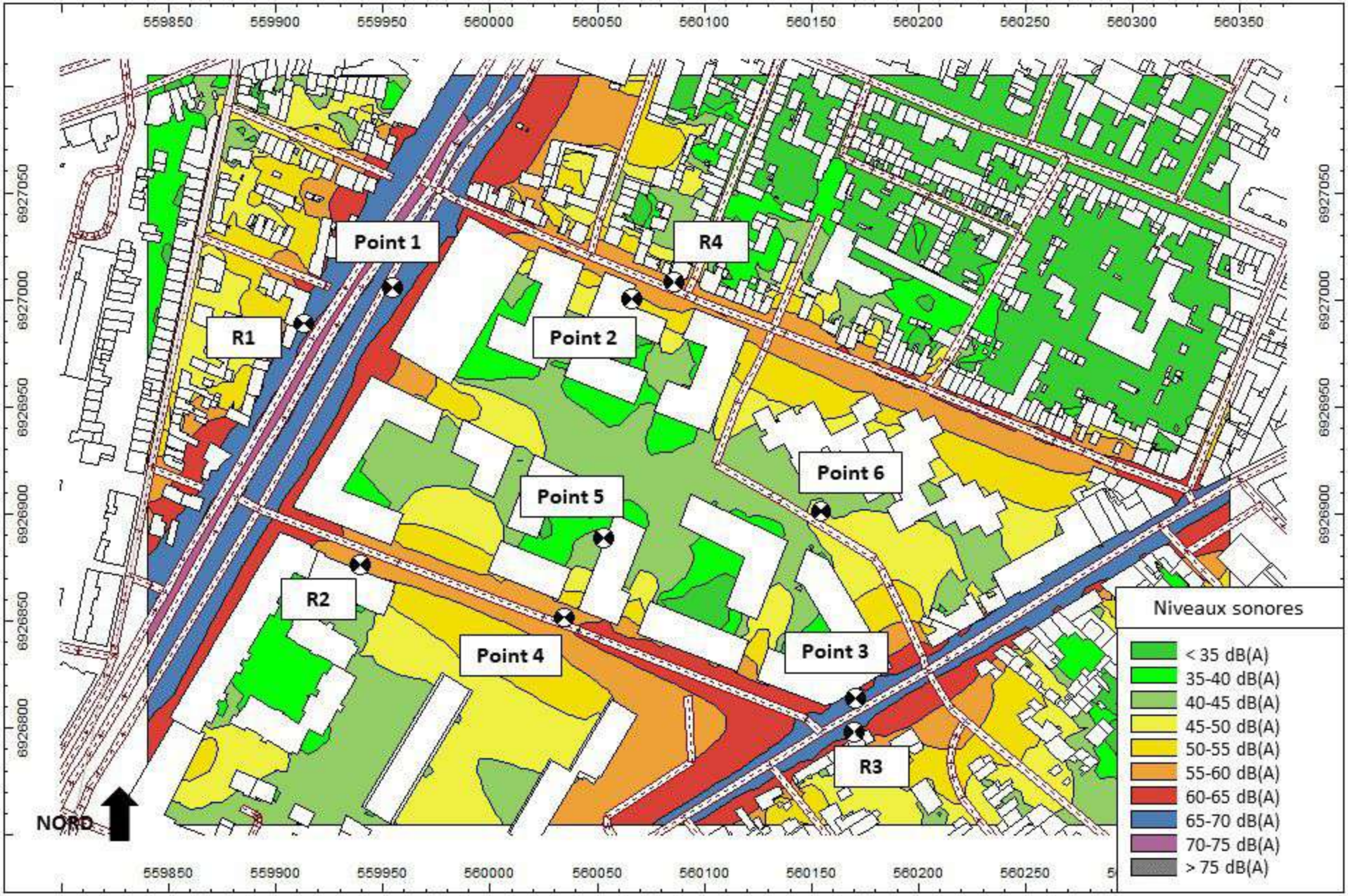
7.2 ANNEXE 2-1 : CARTES DE BRUIT SITUATION EXISTANTE - HEURE DE POINTE DU SOIR (HPS)


559850
559900
559950
560000
560050
560100
560150
560200
560250
560300
560350
6927050
6927000
6926950
6926900
6926850
6926800
Point 1
R4
R1
Point 2
Point 6
Point 5
R2
Point 4
Point 3
R3
NORD
Niveaux sonores
< 35 dB(A)
35-40 dB(A)
40-45 dB(A)
45-50 dB(A)
50-55 dB(A)
55-60 dB(A)
60-65 dB(A)
65-70 dB(A)
70-75 dB(A)
> 75 dB(A)

7.3 ANNEXE 2-2 : CARTES DE BRUIT SITUATION EXISTANTE - PERIODE NOCTURNE


559850
559900
559950
560000
560050
560100
560150
560200
560250
560300
560350
6927050
6927000
6926950
6926900
6926850
6926800
Point 1
R4
R1
Point 2
Point 6
Point 5
R2
Point 4
Point 3
R3
NORD
Niveaux sonores
< 35 dB(A)
35-40 dB(A)
40-45 dB(A)
45-50 dB(A)
50-55 dB(A)
55-60 dB(A)
60-65 dB(A)
65-70 dB(A)
70-75 dB(A)
> 75 dB(A)

7.4 ANNEXE 3-1 : CARTES DE BRUIT SITUATION PROJETEE - HEURE DE POINTE DU SOIR (HPS)


559850
559900
559950
560000
560050
560100
560150
560200
560250
560300
560350
6927050
6927000
6926950
6926900
6926850
6926800
Point 1
R4
R1
Point 2
Point 6
Point 5
R2
Point 4
Point 3
R3
NORD
Niveaux sonores
< 35 dB(A)
35-40 dB(A)
40-45 dB(A)
45-50 dB(A)
50-55 dB(A)
55-60 dB(A)
60-65 dB(A)
65-70 dB(A)
70-75 dB(A)
> 75 dB(A)

7.5 ANNEXE 3-2 : CARTES DE BRUIT SITUATION PROJETEE - PERIODE NOCTURNE


559850
559900
559950
560000
560050
560100
560150
560200
560250
560300
560350
6927050
6927000
6926950
6926900
6926850
6926800
Point 1
R4
R1
Point 2
Point 6
Point 5
R2
Point 4
Point 3
R3
NORD
Niveaux sonores
< 35 dB(A)
35-40 dB(A)
40-45 dB(A)
45-50 dB(A)
50-55 dB(A)
55-60 dB(A)
60-65 dB(A)
65-70 dB(A)
70-75 dB(A)
> 75 dB(A)

8

Etude Air & Santé réalisée par TECHNISIM (Mai 2022)

PROJET D'AMENAGEMENT DES PEPINIERES

ROUEN [Seine-Maritime/76]

VOLET AIR & SANTE

ÉTAT ACTUEL ET ANALYSE DES IMPACTS

Réf N : 222 104 068a
V1a

8 juin 2022

TechniSim Consultants

Suivi des modifications

Nom du fichier	Version	Date	Contenu	Objet des modifications	Rédacteurs	Relecteurs	Superviseur
Rapport_étude_Cogedim_aménagement_des_Pépinières_Rouen_Air_Santé_N1.doc	1	30/05/2022	État actuel Analyse des impacts	Première version	TS/MC CC	CC RG	RG
Rapport_étude_Cogedim_aménagement_des_Pépinières_Rouen_Air_Santé_N1a.doc	1a	08/06/2022	État actuel Analyse des impacts	Intégration remarques	TS/MC CC	CC RG	RG

ALTAREA COGEDIM DÉVELOPPEMENT URBAIN
87 rue de Richelieu – 75002 Paris

Projet d'aménagement des Pépinières
Rouen [Seine-Maritime/76]

Volet Air & Santé
État actuel et Analyse des impacts

TECHNISIM Consultants

316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80

technisim@wanadoo.fr

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Préambule

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

La présente étude Air & Santé s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement « des Pépinières », sur le territoire de la commune de Rouen [Seine-Maritime/76).

La première partie de l'étude constitue l'état actuel relatif à la qualité de l'air de la zone d'étude.
La seconde partie analyse les impacts du projet sur la qualité de l'air et sur la santé.

L'état actuel est mené en prenant pour cadre les préconisations de la *Note technique NOR : TRET1833075N du* ***22 février 2019*** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.
Il est bien entendu intégré le fait qu'il s'agit d'une opération immobilière et non d'infrastructures routières. En effet, la méthodologie de la note précitée est adaptable afin de répondre à une problématique d'aménagement étant donné que la population potentielle induite par l'aménagement va modifier les flux de trafic de la zone. En outre, cette approche satisfait les services de l'État sur une thématique qui prend de plus en plus d'ampleur avec notamment le renforcement du sujet de la qualité de l'air dans les plans et programmes locaux.

L'OMS donne dès 1946 une définition étendue de la santé : « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, qui ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ».
Le guide « Agir pour un urbanisme favorable à la santé »[1] a pour but d'impulser une stratégie de décloisonnement qui se traduirait par l'adoption de choix d'aménagement favorables à la santé et minimisant les risques.
De nombreux facteurs liés à notre environnement physique, social et économique, influencent la santé. Ils sont connus sous le terme de « déterminants de la santé ».
Il peut s'agir de facteurs individuels (âge, sexe, patrimoine génétique, comportement, …), socio-économiques (accès au logement, à l'emploi, à la culture, à l'éducation, …), environnementaux (qualité de l'air, de l'eau, de l'environnement sonore, …), ou bien encore concernant les politiques urbaines (de transport, de l'habitat, …).

La pollution atmosphérique a pour conséquence de modifier le bien-être de la société[2] et induit des coûts liés à ces nuisances.

Il s'avère que les effets de la pollution peuvent être soit directs, soit indirects :

- Effets indirects (sur l'environnement), en termes de **dégradation :**
  - Bâti
  - Agriculture, forêts
  - Écosystème
- Effets directs non sanitaires, en termes de **nuisances** :
  - Psychologiques
  - Olfactives
  - Esthétiques (Visibilité)
- Effets directs sanitaires (mortalité, morbidité) :
  - Coûts directs :
    - Coûts d'hospitalisation
    - Coûts d'une consultation
    - Coûts de traitement
    - Valorisation d'un décès
  - Coûts indirects :
    - Pertes productives associées
    - Aspects psychologiques
    - Douleur, désagrément et gêne physiques
    - Effets induits chez les proches
    - Effets induits sur les activités de loisir

[1] « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014. ISBN : 978-2-9549609-0-6

[2] Rapport d'information n°3772 enregistré le 19 mai 2016 à l'Assemblée nationale par le comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques sur l'évaluation des politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air

2. CONTEXTE LÉGISLATIF

En France, la législation qui encadre la réalisation des études Air et Santé en général repose sur les textes suivants :

- La *Loi n°76/629 du 10/07/1976* relative à la protection de la nature et au contenu des études d'impact ;
- Le *Décret modifié 77-1141 du 12 octobre 1977*, pris pour l'application de l'article 2 de la loi n°768-629 du 25 février 1993 relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques. Abrogé par le Décret 2005-935 2005-08-02 art. 8 sous réserves JORF 5 août 2005 (en tant qu'il s'applique en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française, à Wallis-et-Futuna, dans les Terres australes et antarctiques françaises et à Mayotte) ;
- La *Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie*, dite loi "LAURE", n°96/1236 du 30/12/1996 ;
- La *Circulaire Mate n°98/36 du 17/02/98* relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie complétant les études d'impact des projets d'aménagements ;
- La *Circulaire DGS n°2001-185 du 11/04/2001* relative à l'analyse des effets sur la santé des études d'impact sanitaire ;
- Le *Décret 93-245 du 25 février 1993* relatif aux études d'impact et champ d'application des enquêtes publiques ;
- La *Circulaire du ministère de l'environnement n°93-73 du 27 septembre 1993* prise pour l'application du décret n°93-245 du 25 février 1993 relatifs aux études d'impact et au champ d'application des enquêtes publiques et modifiant le décret n°77-1141 du 12 octobre 1977 et l'annexe au décret n°85-453 du 23 avril 1985 ;
- La *Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010* portant engagement national pour l'environnement, dite loi Grenelle 2, par son article 230 qui définit le champ d'application, les critères et le contenu des études d'impact, ainsi que les modalités de décision de l'autorité compétente ;
- Le *Décret n° 2011-2019 du 29/12/11* qui porte réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements ;
- La *Circulaire n°87-88 du 27 octobre 1987* relative à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées modifiée par la circulaire 2002-63 du 22 octobre 2002 relative aux modalités d'élaboration et d'approbation des dossiers concernant les opérations d'aménagement sur des autoroutes en service, complétant et modifiant la circulaire du 27 octobre 1987 et la directive du 27 octobre 1987 relatives à la construction et à l'aménagement des autoroutes concédées ;
- La **Note technique NOR : TRET1833075N** du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ;
- Le *Code de l'environnement* - Articles R221-1 à R221-3 - Définition des critères nationaux de la qualité de l'air ;
- L'*Arrêté du 13/03/18 modifiant l'arrêté du 20 août 2014* relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé, pris en application de l'article R. 221-4 du Code de l'environnement ;
- Le *Décret n° 2016-849 du 28/06/16 r*elatif au Plan Climat-Air-Énergie Territorial ;
- Le *Décret n° 2016-753 du 07/06/16* relatif aux évaluations des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques à réaliser dans le cadre des plans de déplacements urbains ;
- Le *Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010* relatif à la qualité de l'air, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 et décrivant les critères de qualité de l'air et de réduction des émissions de polluants dans l'objectif d'améliorer la qualité de l'air et de protéger la santé humaine.

La présente étude est réalisée conformément à ces textes, et se fonde également sur les documents en liste ci-dessous :

- Méthodologie définie dans l'instruction de l'Équipement de mars 1996 relative à la prise en compte de l'environnement et du paysage dans la conception et la réalisation des projets routier.
- Guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières de février 2019 (annexe de la Note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impacts des infrastructures routières).
- Guide « *Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils* » ; Guide EHESP/DGS, ROUÉ-LE GALL Anne, LE GALL Judith, POTELON Jean-Luc et CUZIN Ysaline, 2014.
- Normes ISO ou AFNOR correspondant aux protocoles analytiques des différents polluants à analyser.

3. PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet d'aménagement du quartier résidentiel « des Pépinières » est situé sur la commune de Rouen [Seine-Maritime/76]. Il est situé entre l'Avenue de la Libération à l'ouest, la rue Parmentier au sud, la rue Saint-Julien à l'est et la rue Gessard au nord.
Sa localisation est illustrée sur la figure ci-après.

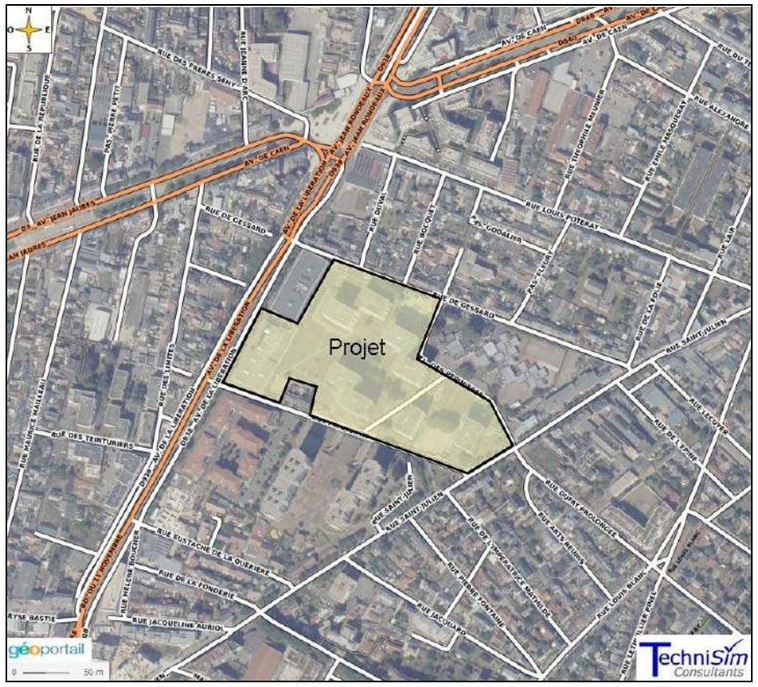


Figure 1 : Emplacement du projet « des Pépinières » de Rouen

Le groupe d'immeuble dit « des Pépinières » est aujourd'hui composé de 7 tours vides d'occupant. Le Conseil d'administration de Rouen Habitat a décidé de se séparer de cette propriété foncière afin qu'une démolition de l'ensemble des bâtiments soit procédée dans le cadre d'une opération d'aménagement globale de renouvellement urbain du quartier :

- Foncier (2,5 ha) cédé à Cogedim-Virgil : 600 logements et 1 000 m² de services ;
- Foncier (0,5 ha) conservé par Rouen Habitat : 175 logements sociaux.

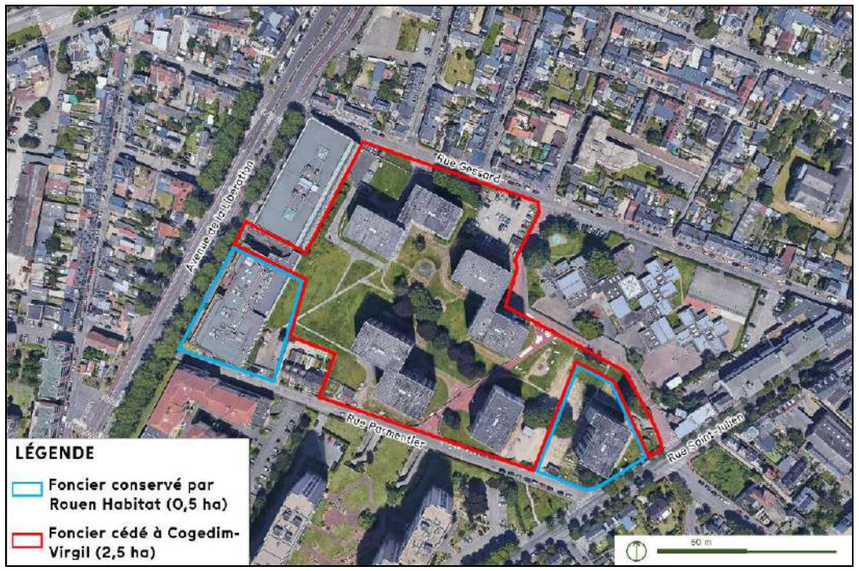


Figure 2 : Périmètre des fonciers conservés et cédés par Rouen Habitat (source : Dossier de Présentation**)**

L'ensemble immobilier sera traversé par un axe piéton public structurant (reliant l'Ouest du quartier à la rue Saint-Julien). Les venelles existantes seront prolongées, les cœurs d'ilots dégagés pour créer des ilots aérés et densément végétalisés.
Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité (Bus T4 et métro).

Les objectifs de cet ensemble immobilier sont de :

- Rendre possible le renouvellement urbain d'un ensemble immobilier inoccupé, constituant aujourd'hui une friche urbaine ;
- Développer une programmation immobilière mixte à dominante résidentielle, s'insérant dans la vie de quartier et répondant aux objectifs du PLH 2020-2025 approuvé le 16 décembre 2020 par la Métropole Rouen Normandie ;
- Permettre la perméabilité de l'îlot, représentant aujourd'hui une enclave, par le développement d'espaces ouverts végétalisés et de liaisons pour les mobilités actives (piétonnes et cyclables) ;
- Désenclaver le site en le connectant au tissu urbain environnant ;
- Relier l'avenue de la Libération et la rue Saint-Julien par un axe structurant ;
- Prolonger l'animation de la rue Saint-Julien au sein du projet ;
- Renforcer le lien avec le groupe scolaire Pépinières Saint-Julien.

La démarche développement durable du projet est la suivante :

- Quartier exemplaire pour la biodiversité
  - Conservation du patrimoine arboré remarquable du site.
  - Près d'un hectare de parc pour créer une continuité écologique (trame verte, brune, bleue et noire).
  - Environ 400 arbres et arbustes plantés.
  - Objectif de labellisation BiodiverCity Ready.
  - Inscription du projet dans le plan de renaturation de la ville de Rouen.
- Aménagement durable
  - Quartier 100 % piéton et vélo.
  - Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable.
  - Objectif de labellisation ÉcoQuartier et HQE Aménagement.
- Logements éco-responsable
  - Conception bioclimatique pour des bâtiments performants et une meilleure qualité de vie.
  - Utilisation de matériaux biosourcés.
  - Espaces extérieurs végétalisés pour tous les logements.
  - Objectif de labellisation NF Habitat.

Le plan masse du projet est donné en figure page suivante.

Figure 3 : Plan masse du projet « des Pépinières »

4. PRESENTATION DU VOLET AIR ET SANTÉ

D'une manière générale, en accord avec *l'Article R.122-5* du Code de l'environnement qui définit le contenu des études d'impact, il sera réalisé :

- L'examen de l'état actuel de la zone d'étude vis-à-vis de la qualité de l'air et des populations susceptibles d'être affectées par le projet ;
- L'analyse des impacts directs et indirects du projet sur la qualité de l'air et la santé des populations, en phase chantier et en phase exploitation, à court, moyen et long termes ;
- L'analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projet connus.

Regardant l'impact du projet sur la circulation automobile, il est intéressant de retenir que la Note technique [NOR : TRET1833075N] du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières pour qualifier les impacts consécutifs aux augmentations de trafic induites par le projet, ainsi que le guide méthodologique du CEREMA sur le volet « Air & Santé » des études d'impacts routières, viennent préciser le contenu des volets Air & Santé.

4.1. DÉFINITION DES PARAMÈTRES DE L'ÉTUDE

❖ **Définition du réseau d'étude**

Selon la *Note technique du 22 février 2019*, le réseau d'étude est un objet linéique composé d'un ensemble de voies, c'est-à-dire :

- **Le projet routier étudié** (y compris les différentes variantes de tracé) ;
- **L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet**. Il est intéressant de retenir que deux cas de figure sont distingués pour les trafics :
  - *Supérieurs à 5 000 véhicules/jour* : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou bien en négatif.
  - Inférieurs à 5 000 véhicules/jour : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au 'Fil de l'eau' et le scénario projet de référence au même horizon est supérieure à 500 véhicules/jour, en positif ou en négatif.
- L'ensemble des projets d'infrastructures routières « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e) du Code de l'Environnement, à savoir les projets qui lors du dépôt de l'étude d'impact ont fait l'objet :
  - D'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
  - D'une évaluation environnementale au titre du Code précité et pour lesquels un avis de l'Autorité environnementale a été rendu public.

  Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caducs, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage.

En milieu interurbain, la variation de trafic est évaluée à partir du **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel (TMJA).
En milieu urbain, en fonction des données de trafic disponibles et du projet, la variation de trafic est examinée à l'**H**eure de **P**ointe la plus chargée (du soir ou du matin) ou à partir du **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel.

❖ **Définition de la bande d'étude**

Une bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude en lui apportant une dimension surfacique et est donc définie autour de chaque axe du réseau d'étude (*Note technique du 22 février 2019).*

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type des composés examinés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation) :

- Pour l'évaluation des retombées particulaires, la largeur de la bande d'étude est de 200 m centrée sur l'axe de la voie, quel que soit le trafic ;
- Concernant la pollution gazeuse, la largeur minimale de la bande d'étude varie selon le trafic à l'horizon d'étude le plus lointain sur la voie considérée. Elle est définie selon les données du tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Largeur minimale de la bande d'étude selon la charge de trafic

TMJA (véh/j) à l'horizon d'étude le plus lointain	Largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie
> 50 000	600 mètres
25 000 < TMJA ≤ 50 000	400 mètres
10 000 < TMJA ≤ 25 000	300 mètres
≤ 10 000	200 mètres

❖ **Définition de la zone d'étude**

L'ensemble des bandes d'études définies autour de chaque voie du réseau d'étude permet de circonscrire les calculs de dispersion et les populations à prendre en compte dans le volet santé (*Note technique du 22 février 2019*).

Étant donné que l'opération consiste en un aménagement immobilier, il sera considéré en tant que zone d'étude – pour l'**état actuel** – un cercle de 1 km de rayon, centré sur projet.

La planche suivante repère la zone d'étude considérée pour l'état actuel.

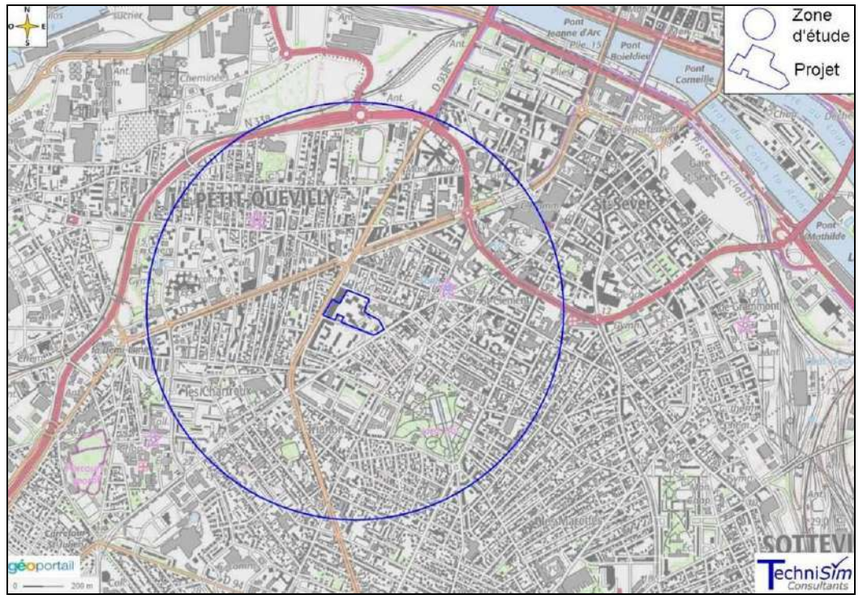


Figure 4 : Zone d'étude définie pour l'état actuel du volet Air et Santé (cercle de 1 km de rayon**)**

4.2. DÉFINITION DU NIVEAU DE L'ÉTUDE

Pour rappel, le niveau d'étude est défini à l'horizon d'étude le plus lointain, c'est-à-dire celui pour lequel les trafics seront les plus élevés. Cela à l'aide des trois critères ci-dessous :

- La charge prévisionnelle de trafic en Véhicules /Jour ;
- La densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet ;
- La longueur du projet.

Le niveau d'étude permet de discriminer les polluants à retenir en fonction du degré de précision de l'étude.
Le tableau qui suit précise les quatre niveaux d'étude déterminés, sachant que le niveau **I** est le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

Tableau 2 : Type d'étude en fonction de la charge prévisionnelle de trafic et de la densité du bâti

Densité [hab./km²]	Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Densité ≥ 10 000 hab./km²	I	I	II	II si Lprojet > 5 km ou III si Lprojet ≤ 5 km
2 000 hab./km² < Densité < 10 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 25 km ou III si Lprojet ≤ 25 km
Densité ≤ 2 000 hab./km²	I	II	II	II si Lprojet > 50 km ou III si Lprojet ≤ 50 km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

❖ **Adaptation du niveau de l'étude**

Le niveau d'étude doit être adapté en fonction de plusieurs paramètres :

- **La présence de lieux dits 'vulnérables' dans la bande d'étude du projet :** une étude de niveau II est remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables et non sur la totalité de la bande d'étude du projet ;
- **Les milieux mixtes (urbains et interurbains) :** l'absence totale de population sur certains tronçons supérieurs à 1 km autorise l'application d'un niveau d'étude moins exigeant sur ces sections ;
- **L'importance de la population :** si la population présente dans la bande d'étude du projet dépasse 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. (*Note* : Il n'y a pas lieu de remonter les études de niveau IV) ;
- **L'existence d'un Plan de Protection de l'Atmosphère ou son projet de mise en place :** si un PPA est approuvé ou doit être réalisé sur un périmètre qui englobe la zone d'étude, le niveau d'étude est remonté d'un niveau, quel que soit le niveau d'étude initial.

Compte tenu de la nature du projet (renouvellement urbain) de la densité de population au sein de la zone d'étude (**8 119 hab./km²**), de la présence de voies à fort trafic autour du projet (**77 336 véh/jour en 2016 sur la N338**), et de l'existence du **P**lan de **P**rotection de l'**A**tmosphère Haute-Normandie, il sera réalisé une étude **inspirée et adaptée des études routières de niveau I**.

4.3. CONTENU DE L'ÉTUDE

L'étude du projet d'aménagement du quartier résidentiel « des Pépinières » sur le territoire de la commune de Rouen traitera les éléments ci-dessous :

- Caractérisation bibliographique de l'état actuel avec un niveau de détail correspondant à une étude niveau I ;
- Campagne de mesures *in situ* (particules PM10 et PM2,5 et NO_2) sur la zone d'étude ;
- Estimation des émissions de polluants sur le réseau d'étude ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) sur le réseau d'étude ;
- Estimation de la consommation énergétique ;
- Estimation des concentrations modélisées sur la zone d'étude ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments.

Vis-à-vis d'une étude de niveau I, les polluants à prendre en compte selon la note technique du 22 février 2019 sont ceux listés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à l'évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air		
Oxydes d'azote (NOx) Monoxyde de carbone (CO) Dioxyde de soufre (SO_2) Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		Particules PM10 et PM2,5 Benzène Arsenic Nickel Benzo(a)pyrène
Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale (si risque ingestion identifié)	Effets chroniques	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

*16 HAP = acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

État Actuel

5. CONTENU DE L'ÉTAT ACTUEL

Dans l'étude « Air », l'état dit 'actuel' permet de qualifier les paramètres environnementaux relatifs à l'air avant la mise en œuvre du projet d'aménagement.
Cet état 'actuel' servira de référence au suivi de la qualité de l'air pour les années à venir.

L'état actuel expose le contexte réglementaire et politique ainsi que la stratégie mise en œuvre dans le domaine de la qualité de l'air et dans lesquels s'inscrit le projet. Il qualifie les enjeux et évalue les vulnérabilités existantes sur la zone d'étude.

L'état actuel se doit de traiter les thèmes suivants :

- Analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification (SRCAE, PPA, PDU) et de sa cohérence avec les actions du PNSE et PRSE.
- Identification à l'échelle de la zone d'étude, des secteurs à enjeux en termes de qualité de l'air et restitution sous forme cartographiques des zones suivantes :
  - Zones où les valeurs limites sont dépassées pour les polluants dont la surveillance est réglementée par l'article 221-1 du code de l'environnement ;
  - Zones couvertes par un Plan de Protection de l'Atmosphère ;
  - Zones sensibles au regard de l'article 222-2 du Code de l'environnement ;
  - Zones où des actions de réduction des émissions des indicateurs de pollutions tels que les PM10, PM2,5, NO_2 et précurseurs de l'ozone sont mises en place dans la zone d'étude afin de réduire leurs concentrations.
- Identification et restitution sous forme cartographique des principales sources d'émission sur la zone d'étude à partir des données disponibles, et réalisation d'un état des lieux des secteurs de fortes émissions.
- Localisation des populations, des établissements vulnérables et décompte de la population générale.
- Recensement des projets « existants ou approuvés » au titre de l'article R.122-5 II 5° e) du Code de l'environnement.
- Données relatives à l'impact sanitaire des populations.
- Identification des zones de culture présentant des enjeux sanitaires par ingestion, en tout état de cause les jardins potagers.
- Un état sanitaire initial de la population est présenté *si* une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EISPA) est disponible dans la zone d'étude.

6. CONTENTIEUX EUROPÉEN

La France est depuis plusieurs années, visée par des procédures relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour les particules PM10 et le dioxyde d'azote. Bien que la qualité de l'air se soit améliorée depuis le début des procédures de contentieux, certaines zones demeurent dans le spectre de ces procédures.
L'historique détaillé des procédures des contentieux pour les PM10 et le dioxyde d'azote est fourni en annexe (Annexe : Présentation des documents de planification).

La situation contentieuse de la France au 03 décembre 2020 au titre de la qualité de l'air[3] est donnée en figure suivante.

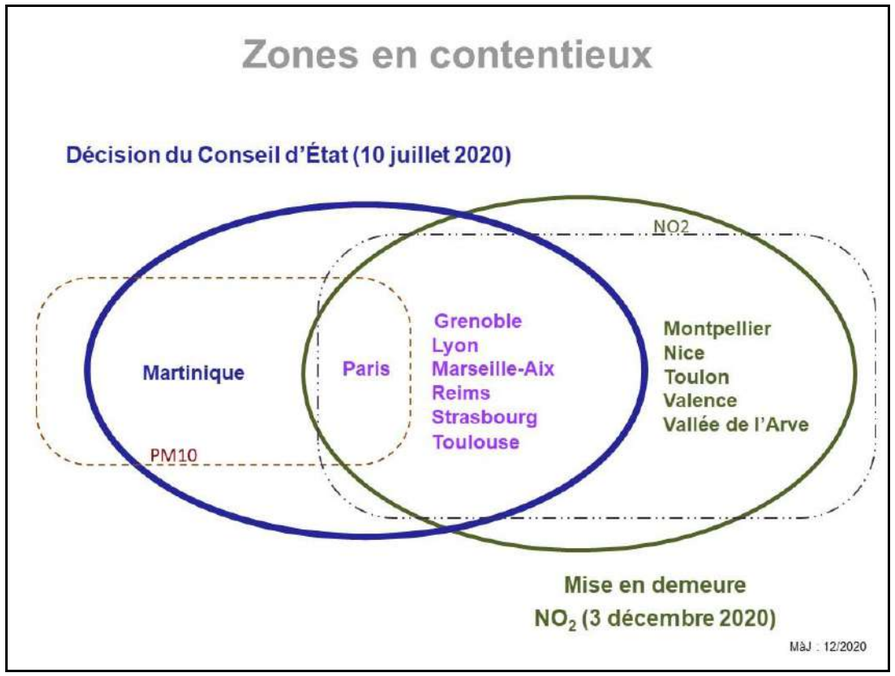


Figure 5 : Situation contentieuse de la France au titre de la qualité de l'air (décembre 2020)

La commune de Rouen n'est pas concerné par les contentieux ni pour le dioxyde d'azote ni pour les PM10, au 3 décembre 2020.

[3] https://www.ecologie.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts#e5

❖ **Décision de justice du Conseil d'état et astreintes financières**

Le 04 août 2021, le Conseil d'État a relevé que les données provisoires pour l'année 2020 indiquent « que les dépassements persistent pour Paris et Lyon et que les taux ne sont que légèrement inférieurs aux seuils limites pour Toulouse, Marseille-Aix et Grenoble, alors même que plusieurs sources de pollution, notamment la circulation routière, ont été très fortement diminuées avec les mesures prises pour faire face à la crise sanitaire ». Autrement dit, « l'État n'a pas su prouver que cette baisse de la pollution de l'air dans certaines zones concernées était le fruit de politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air et non le résultat des limitations d'activités et de déplacements liés à la crise sanitaire et au(x) confinement(s) ».
Le Conseil d'État considère les mesures mises en avant pour renverser la tendance « dans le délai le plus court possible » (instauration de nouvelles zones à faible émission [ZFE], interdiction progressive des chaudières à gaz ou à fioul, entre autres) insuffisantes et incertaines. « Aucun nouveau plan de protection de l'air n'a été adopté pour les zones concernées, alors que ces plans constituent aujourd'hui un outil connu et adapté pour préciser les actions à mener et évaluer dans quel calendrier elles permettront de repasser sous les valeurs limites ».
En conséquence, le Conseil d'État condamne le Gouvernement à payer une astreinte fixe de 10 millions d'euros au titre de son premier semestre de retard sur l'astreinte (du 11 janvier au 11 juillet 2021).
En plus de ce paiement, le Conseil d'État prévient qu'il « évaluera les actions du Gouvernement pour le second semestre de l'année 2021 au début de l'année 2022 et décidera si l'État devra verser une nouvelle astreinte de 10 millions d'euros, majorée ou minorée ». Il pourra, à cette occasion, maintenir ou modifier la répartition du produit de l'astreinte.

7. DOCUMENTS DE PLANIFICATION

Des moyens politiques et stratégiques ont été mis en place à différentes échelles pour encadrer les actions envers le problème de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé des populations :

Échelle nationale : Code de l'environnement, Plan Climat, Plan National Santé-Environnement (PNSE), Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA), SNBC (Stratégie Nationale Bas Carbone) ;

Échelle régionale : Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET), Plan Régional Santé-Environnement (PRSE), Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA);

Échelle locale : Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET), Plan Local de Déplacements (PLD).

Le graphique ci-contre précise l'articulation des différents documents ayant trait à la qualité de l'air.

Information : Les principaux outils dans lesquels le projet se structure sont disponibles en annexe de ce rapport (Annexe : Présentation des documents de planification).

Les lignes-directrices de ces outils ainsi que la cohérence du projet sont synthétisées dans le tableau également suivant.

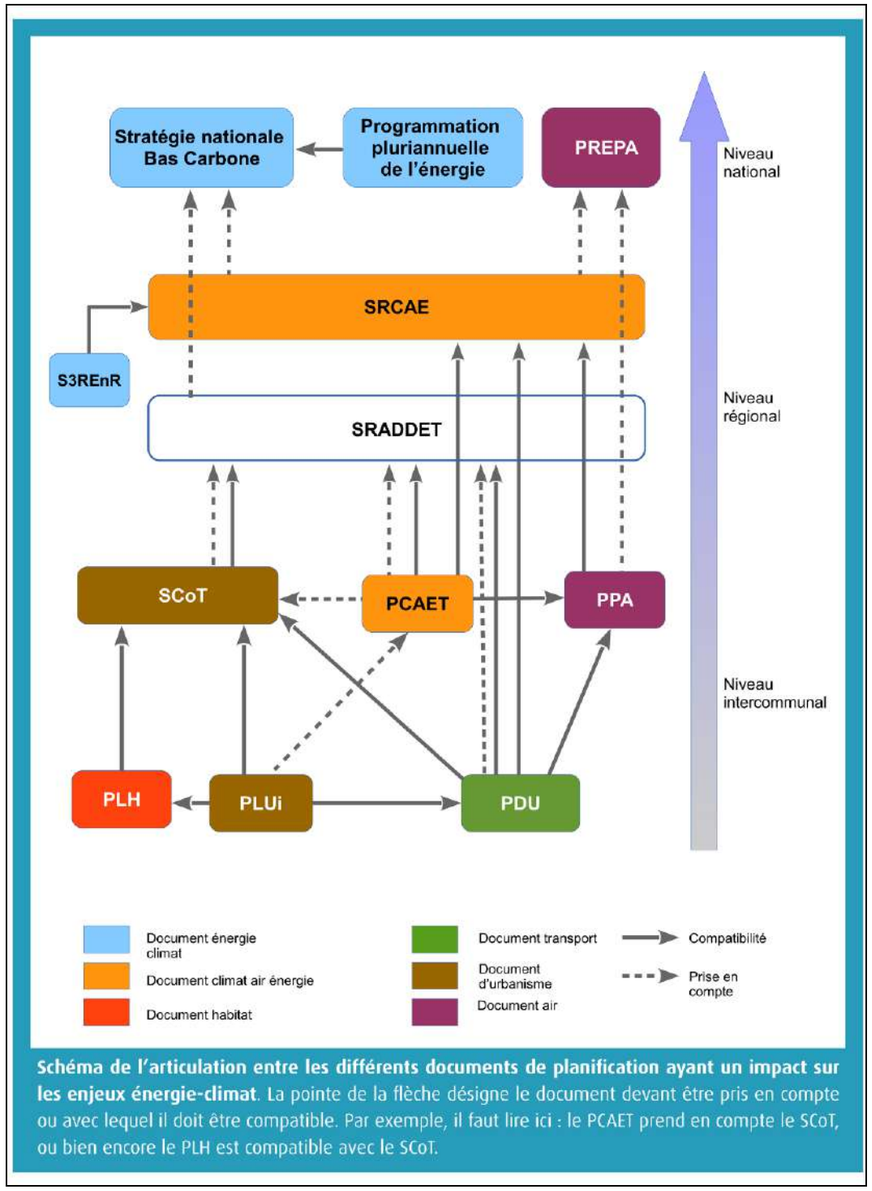


Schéma de l'articulation entre les différents documents de planification ayant un impact sur les enjeux énergie-climat. La pointe de la flèche désigne le document devant être pris en compte ou avec lequel il doit être compatible. Par exemple, il faut lire ici : le PCAET prend en compte le SCoT, ou bien encore le PLH est compatible avec le SCoT.

Figure 6 : Articulations des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : CEREMA**)**

En l'état actuel, le projet s'inscrit en cohérence avec les différents documents de planification relatifs à la qualité de l'air.

Tableau 4 : Présentation des principaux documents de planification sur la qualité de l'air, l'environnement et la santé et cohérence du projet

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR
Réduction des émissions polluantes			
Loi d'Orientation des Mobilités (2019)	Territoire national	La Loi d'orientation des Mobilités n°2019-1428 du 24 décembre 2019 engage une transformation profonde, pour répondre à l'impératif d'améliorer concrètement la mobilité au quotidien, pour tous les citoyens et dans tous les territoires, grâce à des solutions de transports plus efficaces plus propres plus accessibles. Les 15 mesures-clés de ladite loi sont les suivantes : • 1. Des solutions alternatives à la voiture individuelle sur 100% du territoire • 2. Une augmentation de 40 % des investissements pour améliorer les transports du quotidien • 3. La priorité à la remise en état des réseaux routier et ferroviaire • 4. Un plan sans précédent pour développer les transports en commun et désenclaver les territoires • 5. La mobilité facilitée pour les personnes en situation de handicap • 6. Un accompagnement à la mobilité pour tout demandeur d'emploi • 7. 100 % des informations sur l'offre de mobilité accessibles et la possibilité de faire un trajet porte-à-porte avec un seul titre de transport • 8. Des navettes autonomes en circulation dès l'année 2020 • 9. Un forfait mobilité durable : jusqu'à 400 €/an pour aller au travail en vélo ou en covoiturage • 10. Un plan pour développer le covoiturage • 11. Un plan vélo pour tripler sa part dans les déplacements d'ici 2024 • 12. Un nouveau cadre pour les solutions en libre-service • 13. Le déploiement du véhicule électrique facilité grâce aux bornes de recharge électriques • 14. Le déploiement de zones à faibles émissions pour un air plus respirable • 15. Le permis de conduire moins cher et plus rapide	Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité.
Plan Climat (2017)	Territoire national	Le Plan Climat vise à accélérer la transition énergétique et climatique à travers un programme d'actions, telles que les suivantes : • Généralisation de la prime à la conversion des véhicules • Crédit d'impôt pour la transition énergétique : accompagner les travaux les plus efficaces en économies d'énergie • Changement des chaudières au fioul • Objectif de faire disparaître en dix ans les logements mal isolés qui conduisent à la précarité énergétique • Objectif de mettre fin à la vente de voiture à essence ou au diesel en 2040 • Plan de déploiement de l'hydrogène • Faire converger la fiscalité entre le diesel et l'essence avant 2022 • Accélérer la montée en puissance du prix du carbone • Neutralité des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050	Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores. Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité. Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable. Objectif de labellisation HQE Aménagement, ÉcoQuartier, et NF Habitat. Conception bioclimatique des bâtiments. Utilisation de matériaux biosourcés.

<table>
<tr><th>DOCUMENTS DE PLANIFICATION</th><th>ZONES D'ACTION</th><th>OBJET(S)/OBJECTIF(S)</th><th>ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR</th></tr>
<tr><td>PREPA
Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques
[Arrêté du 10/05/2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques]</td><td>Territoire national</td><td>Le PREPA fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Les objectifs de réduction des émissions par rapport à celles de 2005 sont les suivants :
<table>
<tr><th>POLLUANTS</th><th>À partir de 2020</th><th>À partir de 2030</th></tr>
<tr><td>Dioxyde de soufre</td><td>-55 %</td><td>-77 %</td></tr>
<tr><td>Oxydes d'azote</td><td>-50 %</td><td>-69 %</td></tr>
<tr><td>Composés organiques volatils</td><td>-43 %</td><td>-52 %</td></tr>
<tr><td>Ammoniac</td><td>-4 %</td><td>-13 %</td></tr>
<tr><td>Particules PM2,5</td><td>-27 %</td><td>-57 %</td></tr>
</table></td><td>Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores.
Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité.
Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable.
Objectif de labellisation HQE Aménagement, ÉcoQuartier, et NF Habitat.
Conception bioclimatique des bâtiments.
Utilisation de matériaux biosourcés.</td></tr>
<tr><td>SNBC 2
Stratégie Nationale Bas Carbone
[Décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone] modifié par [Décret n° 2020-457 du 21 avril 2020 relatif aux budgets carbone nationaux et à la stratégie nationale bas-carbone]</td><td>Territoire national</td><td>Adoptée pour la première fois en 2015, la SNBC a été révisée en 2018-2019, en visant d'atteindre la neutralité carbone en 2050, soit au moins un facteur 6 par rapport à 1990 (ambition rehaussée par rapport à la première SNBC qui visait le facteur 4, soit une réduction de 75 % de ses émissions GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990). La nouvelle version de la SNBC et les budgets carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 ont été adoptés par décret le 21 avril 2020.
Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteurs seront les suivants :
• Transports : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien)
• Bâtiment : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050
• Agriculture : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050
• Forêts et sous-bois : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050
• Production d'énergie : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050
• Industrie : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050
• Déchets : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050.</td><td>Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores
Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité.
Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable.
Objectif de labellisation HQE Aménagement, ÉcoQuartier, et NF Habitat.
Conception bioclimatique des bâtiments.
Utilisation de matériaux biosourcés.
1 hectare de parc, 400 arbres et arbustes plantés.</td></tr>
</table>

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR
Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique Pour la Croissance Verte (TEPCV)	Territoire national	Fixation des objectifs sur les moyens et longs termes : • Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone. • Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 • Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à 2012 • Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020, et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030 • Porter la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2025 • Atteindre un niveau de performance énergétique conforme aux normes « bâtiment basse consommation » pour l'ensemble du parc de logements en 2050 • Lutter contre la précarité énergétique • Affirmer un droit à l'accès de tous à l'énergie sans coût excessif au regard des ressources des ménages • Réduire de 50 % la quantité de déchets mis en décharge à l'horizon 2025 et découpler progressivement la croissance économique et la consommation matières premières	Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité. Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable. Objectif de labellisation HQE Aménagement, ÉcoQuartier, et NF Habitat. Conception bioclimatique des bâtiments. Utilisation de matériaux biosourcés.

SRADDET
Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
(2020)
	Région Normandie	Pour la région Normandie, le projet de SRADDET a été arrêté adopté par la région en 2019 et approuvé par le Préfet de la Région Normandie le 2 juillet 2020.
		Compte tenu à la fois des critères de densité de population et des teneurs en particules PM10 et oxydes d'azote, la zone d'étude est comprise dans la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air au sens du SRCAE (désormais intégré au SRADDET).
		Le SRADDET Normandie porte la stratégie régionale pour un aménagement durable et attractif du territoire. À cette fin, il définit 74 objectifs à moyen et long terme (2030 et 2050) à destination des acteurs publics de la région, répartis comme suit :
		I – Définir des objectifs communs à l'ensemble des champs du SRADDET
		• A - Préciser les objectifs à atteindre au regard de l'intitulé du schéma
		  • Accompagner les mutations sociodémographiques
		  • Lutter contre le changement climatique
		  • Limiter les impacts du changement climatique
		  • Foncier : Poser la conciliation des usages comme impératif
		  • Favoriser une vision intégrée de la biodiversité dans l'aménagement du territoire
		  • Assurer la couverture numérique du territoire
		• B – S'inscrire dans une logique prospective, stratégique et innovante
		II – Territorialiser certains grands enjeux
		  • Construire le système métropolitain normand
		  • Déployer le projet de développement durable de la vallée de la Seine
		  • Valoriser les atouts du littoral normand
		  • Protéger les espaces naturels littoraux
		  • Préserver des relations étroites avec les acteurs transmanche
		  • Développer de nouvelles coopérations interrégionales
		  • Mettre en place des outils spécifiques d'aménagement durable pour les « franges franciliennes »
		  • S'appuyer sur l'approche expérimentale des parcs naturels régionaux
			Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores
			Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité.
			Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable.
			Objectif de labellisation HQE Aménagement, ÉcoQuartier, et NF Habitat.
			Conception bioclimatique des bâtiments.
			Utilisation de matériaux biosourcés.
			1 hectare de parc, 400 arbres et arbustes plantés.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR

		III – Fonder l'attractivité internationale de la Normandie sur la robustesse et la capacité d'adaptation de son modèle de développement
		• A – Consolider la place de carrefour de la Normandie
		  • Renforcer l'ouverture maritime de la Normandie
		  • Conforter la place de carrefour économique de la Normandie
		  • Faire de la Normandie un acteur du transport maritime international
		  • Développer le tourisme de croisière fluvial et maritime
		  • Penser un écosystème économique et logistique au profit des normands
		  • Développer une stratégie logistique normande
		  • Construire une offre aéroportuaire normande
		  • Renforcer le réseau routier normand et sa connexion au réseau national et international
		  • Concevoir les réseaux d'énergie dans leur intégration nationale et internationale
		• B – Conforter le maillage du territoire pour répondre aux besoins des habitants
		  • Renforcer les polarités normandes pour un maillage équilibre
		  • Renforcer les fonctions de centralité dans les villes moyennes et bourgs structurants
		  • Valoriser la spécificité des villes reconstruites
		  • Promouvoir les complémentarités entre territoires urbains et ruraux
		  • Sauvegarder et valoriser les spécificités du monde rural
		  • Faire évoluer les infrastructures pour conforter le maillage normand
		  • Identifier les facteurs d'innovations
		  • Faire de l'offre de services un vecteur d'équilibre des territoires et d'égalité pour les habitants
		  • S'appuyer sur la mise en œuvre des schémas départementaux
		  • Accroitre les interconnexions entre formation et emploi
		  • Développer l'offre culturelle et sportive
		  • Agir pour la santé contre les inégalités sociales et territoriales
		  • Diminuer l'exposition aux polluants atmosphériques pour améliorer la qualité de vie et la santé des normands
		  • Valoriser les paysages comme reflet des activités humaines et accompagner leurs mutations
		  • Repenser la ville pour ses habitants
		  • Agir sur les déterminants de l'habitat pour conforter les pôles
		  • Définir les conditions permettant des parcours résidentiels différenciés
		  • Améliorer le confort et la qualité environnementale des logements
		  • Améliorer l'offre de mobilité
		  • Créer les conditions d'une intermodalité efficace
		  • Favoriser de nouvelles pratiques dans les zones peu denses
		• C – Créer les conditions du développement durable
		  • Fonder la transition écologique et énergétique sur l'éducation au développement durables
		  • Limiter l'impact de l'urbanisation et des aménagements sur la biodiversité et les espaces naturels
		  • Préserver la qualité de l'eau et des milieux aquatiques, de la terre à la mer
		  • Réduire les risques naturels liés à l'eau et prévenir l'impact du changement climatique
		  • Mobiliser les outils fonciers pour limiter l'artificialisation des sols et concilier les usages
		  • Optimiser la gestion de l'espace par la requalification des friches
		  • Économiser l'énergie grâce à la sobriété et l'efficacité énergétique
		  • Augmenter la part des énergies renouvelables dans les consommations énergétiques de la Normandie
		  • Réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre d'origine non énergétique
		  • Adapter les objectifs nationaux de prévention et de gestion des déchets aux particularités régionales
		  • Planifier les installations de gestion des déchets pour atteindre les objectifs du territoire
		  • Doter la Normandie d'une stratégie globale de développement de l'économie circulaire
		  • Expérimenter quatre boucles locales d'économie circulaire	

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR

		IV – Poursuivre la co-construction du projet de territoire
		• A – Poursuivre la démarche itérative de co-construction
		• B – Privilégier l'innovation et l'expérimentation
		  • Mettre en évidence les interdépendances sur le territoire
		  • Innover dans la gouvernance pour améliorer l'efficacité de l'action publique
		• C – S'appuyer sur la mise en œuvre des objectifs régionaux préalablement définis
		  • Territorialiser l'ambition économique régionale
		  • Maintenir et restaurer les ensembles bocagers, identité forte de la Normandie
		  • Préserver et restaurer la fonctionnalité des milieux littoraux
		  • Restaurer et préserver le réseau de pelouses calcicoles
		  • Restaurer la continuité écologique du réseau hydrographique et les milieux naturels associés
		  • Préserver les espaces boisés et leur fonctionnalité
		  • Promouvoir les actions en faveur de la biodiversité dans les secteurs de grandes cultures
		  • Préserver les milieux rares et singuliers
		  • Rappeler la spécificité des zones Natura 2000
		  • Réduire les consommations énergétiques et les émissions de Gaz à Effet de Serre
		  • Produire et stocker de l'énergie à partir de sources renouvelables, et développer des réseaux adaptés
		  • Améliorer la qualité de l'air régionale, en mobilisant tous les secteurs d'activité
		  • Contribuer à l'atteinte des objectifs nationaux en matière de prévention et de gestion des déchets
		  • Décliner des objectifs spécifiques de prévention des déchets pour la Normandie
		  • Décliner des objectifs spécifiques de recyclage et de valorisation des déchets pour la Normandie
		• D – Avoir la capacité d'intégrer les approches développées par l'ensemble des acteurs du territoire	

PPA
Plan de Protection de l'Atmosphère (2014)
	Ex-Région Haute-Normandie	La commune de Rouen est sous couvert du PPA Haute-Normandie approuvé le 30 janvier 2014 par le préfet de l'ex-région Haute-Normandie.
		Le PPA Haute-Normandie fixe des objectifs en termes de :
		• ***Qualité de l'air*** : Respecter les valeurs limites réglementaires et les objectifs qualité à l'horizon 2015.
		• ***Santé Publique*** : Éliminer l'exposition aux dépassements d'ici 2015, réduire l'exposition aux PM10 de 5 % d'ici 2015, et aux PM2,5 de 10 % d'ici 2020.
		• ***Qualité de vie*** : Réduire les nuisances, et contribuer aux atteintes des objectifs des émissions de GES en cohérence avec les objectifs SRCAE (Réduire de 20 % les émissions de GES par rapport à 2005 à l'horizon 2020).
		Le PPA comprend 20 actions réparties comme suit :
		• Actions structurelles
		  • Animation et suivi du PPA
		  • Outils d'évaluation de la qualité de l'air
		  • Outils d'évaluation socio-économique des plans et programmes environnementaux
		  • Plan de communication autour de la qualité de l'air et des bonnes pratiques citoyennes
		• Secteur agricole et secteur rural
		  • Évaluation et diffusion des bonnes pratiques
		• Secteur industriel
		  • Entreprises citoyennes
		  • Évaluation et pérennisation des mesures PPA 2007
		  • Collaborations locales pour la qualité de l'air
		• Secteur portuaire / Grands Ports Maritimes
		  • Réduction des émissions des navires de haute mer
		  • Plans d'actions portuaires pour la qualité de l'air
		  • Prédéfinition d'un index de performance environnementale de passage de la marchandise dans les zones portuaires
			Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores
			Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité.
			Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable.
			Objectif de labellisation HQE Aménagement, ÉcoQuartier, et NF Habitat.
			Conception bioclimatique des bâtiments.
			Utilisation de matériaux biosourcés.
			1 hectare de parc, 400 arbres et arbustes plantés.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR

		• Secteur des transports
		  • Intégration du volet « Air » dans le programme « Objectif CO_2 : es transporteurs s'engagent »
		  • Développement d'actions coordonnées de réduction des émissions liées au trafic routier
		• Secteur résidentiel et tertiaire
		  • Développement d'actions coordonnées de maîtrise des émissions liées au chauffage
		• Secteurs collectivités locales
		  • Mitigation des pollutions de proximité
		  • Intégration des enjeux environnementaux dans les processus de planification
		• Actions intersectorielles
		  • Gestion des alertes
		  • Villes et territoires intelligents
		  • Maîtrise des émissions de particules dans la filière transport et stockage des céréales
		  • Procédures pré-alertes en cas de pollution par les particules
		Ce PPA est actuellement en cours de révision	

PCAET Plan Climat Air Énergie Territorial (2019)	Métropole Rouen Normandie	*Rouen fait partie de la Métropole Rouen Normandie dont le PCAET fut adopté par le conseil métropolitain le 16 décembre 2019.* Le PCAET de la Métropole Rouen Normandie est divisé en 41 fiches actions : • Mettre en place un service public de la rénovation énergétique des logements ; • Soutenir le renouvellement des appareils de chauffage au bois peu performants ; • Soutenir et accompagner la rénovation énergétique des bâtiments tertiaires ; • Soutenir la construction ou l'extension des bâtiments bas-carbone et de conception bioclimatique ; • Apaiser les déplacements à l'échelle des mailles territoriales ; • Créer un « Living Lab Rouen Mobilité » • Rationaliser l'accessibilité routière du territoire ; • Consolider la performance et l'attractivité de l'offre en transport collectif urbain ; • Favoriser l'usage des modes actifs ; • Promouvoir la mobilité durable auprès des salariés travaillant sur le territoire de la Métropole ; • Connecter les différents réseaux de mobilité ; • Développer les outils numériques en faveur de la mobilité durable ; • Partager les véhicules particuliers ; • Promouvoir les véhicules décarbonés ; • Partager les connaissances des pratiques de mobilité afin de sensibiliser et mobiliser les acteurs du territoire ; • Accompagner les acteurs du territoire dans le développement des projets « EnR&R » ; • Filières bois-énergie ; • Filière chaleur de récupération ; • Filière solaire ; • Production de gaz renouvelable ; • Structurer et développer les réseaux de distribution de l'énergie ; • Améliorer la connaissance et la communication autour des enjeux « air » ; • Promouvoir un urbanisme durable ; • Développer des aménagements exemplaires ; • Améliorer les connaissances de l'impact local du changement climatique ; • Préserver les ressources en eau ; • Prévenir et lutter contre les risques d'inondation ; • Préserver la biodiversité locale ; • Développer une offre alimentaire de qualité, durable et accessible à tous ;	Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores Conception bioclimatique des bâtiments. Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité. Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable. Objectif de labellisation HQE Aménagement, ÉcoQuartier, et NF Habitat. Utilisation de matériaux biosourcés. 1 hectare de parc, 400 arbres et arbustes plantés.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR
		• Soutenir une agriculture durable, innovante et intégrée dans la transition énergétique et écologique ; • Dynamiser la gestion forestière du territoire ; • Favoriser le rôle de stockage carbone des milieux agricoles, forestiers et naturels ; • Soutenir et accompagner les acteurs économiques du territoire dans la démarche « zéro déchets » ; • Porter l'Accord de Rouen pour le climat ; • Accompagner les communes dans leur transition énergétique et écologique ; • Favoriser la participation citoyenne ; • Accompagner les acteurs du secteur industriel ; • Favoriser la coopération décentralisée et la solidarité internationale ; • Favoriser la performance énergétique et le développement des énergies renouvelables au sein du patrimoine de la Métropole ; • Promouvoir la mobilité durable au sein des services de la Métropole ; • Intégrer des critères environnementaux dans le fonctionnement interne des services	
TEPCV Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte (2015)	Commune de Rouen	Les Territoires à énergie positive pour la croissance verte sont des territoires qui s'engagent dans une démarche permettant d'atteindre l'équilibre entre la consommation et la production d'énergie à l'échelle locale. Leur plan d'action s'appuie sur 4 piliers : favoriser l'efficacité énergétique ; réduire des émissions de gaz à effet de serre ; diminuer la consommation d'énergies fossiles ; développer les énergies renouvelables. *La commune de Rouen est un territoire labellisé TEPCV.* À Rouen la priorité sera donnée sur la rénovation thermique des écoles pour limiter le gaspillage énergétique et les charges financières qui vont avec, l'éducation à l'environnement, et les questions de mobilité alternatives (voitures électriques notamment). Une subvention supplémentaire de 2 millions d'euros, signée le 19 mai 2016, visait la rénovation thermique de l'Hôtel de Ville.	Non concerné
CTE Contrat de Transition Écologique (2020)	Métropole Rouen Normandie	Le dispositif CTE (Contrat de Transition Écologique) succède à TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte). Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) traduisent les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local. Ce sont des outils au service de la transformation écologique de territoires volontaires, autour de projets durables et concrets. Ce dispositif est une démarche volontaire qui fixe les grands objectifs et engagements en matière de transition écologique à l'échelle privilégiée des EPCI et de leurs groupements. *La commune de Rouen fait partie de la Métropole Rouen Normandie dont le Contrat de Transition Écologique (CTE) fut signé le 20 février 2020.* Le CTE de la Métropole Rouen Normandie repose sur quatre axes : la transition énergétique, l'accompagnement du secteur économique dans la transition écologique, la transition alimentaire et l'évaluation de la transition écologique. Pour atteindre ces objectifs, la Métropole prévoit dans un premier temps le déploiement de 8 actions, révélatrices de l'esprit et de la dynamique collective du présent contrat : • La structuration d'un service d'accompagnement à la rénovation énergétique pour le rendre facilement accessible du grand public • Le développement d'un écosystème d'acteurs et des outils techniques et financiers autour des projets d'énergies renouvelables • L'analyse de potentiels de récupération de chaleur fatale industrielle et du modèle économique sur la zone industrialo-portuaire • L'accompagnement des petites et moyennes entreprises dans la transition écologique • L'accompagnement des transformations structurelles de l'économie • Le développement des usages numériques responsables dans l'activité économique du territoire • L'émergence d'une filière légumes de plein champ • L'évaluation des politiques et des actions du territoire autour de la transition écologique	Non concerné

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR
CRTE Contrat de Relance et de Transition Écologique (2021)	Métropole Rouen Normandie	En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition Écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition Écologique (CTE). Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale. Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l'ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l'élaboration d'un CRTE. *La commune de Rouen appartient à la Métropole Rouen Normandie, ayant conjointement signé un Contrat de Relance et de Transition Écologique (CRTE) avec la Communauté Urbaine Le Havre Seine Métropole en 2021.* Les deux signataires du CRTE répondent à des priorités stratégiques communes : • La Vallée de la Seine, un axe stratégique commun. • Développer des transports en commun propres et performants et faciliter les déplacements sur le territoire. • Accélérer la transition énergétique du territoire. • Restaurer les fonctionnalités écologiques pour enraciner l'attrait du territoire. • Favoriser une économique circulaire et une sobriété foncière. • Renforcer la cohésion sociale et territoriale. • Conforter l'attractivité territoriale grâce aux richesses patrimoniales et à une ambition culturelle partagée. • Conduire les transformations du paysage industrialo-portuaire pour une interface ville-port qualitative La Métropole Rouen Normandie répond également à des priorités stratégique propres : • Développer les transports en commun propres et performants et faciliter les déplacements sur le territoire. • Accélérer la transition énergétique du territoire. • Restaurer les fonctionnalités écologiques pour enraciner l'attrait du territoire. • Favoriser une économie circulaire et une sobriété foncière. • Renforcer la cohésion sociale et territoriale. • Conforter l'attractivité territoriale grâce aux richesses patrimoniales et à une ambition culturelle partagée.	1 hectare de parc, 400 arbres et arbustes plantés. Renouvellement du parc immobilier par des bâtiments neufs isolés et moins énergivores Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité. Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable. Objectif de labellisation HQE Aménagement, ÉcoQuartier, et NF Habitat.

PLUi
Plan Local d'Urbanisme intercommunal
(2020)
	Métropole Rouen Normandie	La commune de Rouen fait partie de la Métropole Rouen Normandie dont le Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) a été approuvé le 13 février 2020.
		Les actions du PLUi sont réparties en 3 axes, définis comme suit :
		• 1-Une métropole rayonnante et dynamique :
		  • Soutenir la dynamique de projets ;
		  • Renforcer l'attractivité résidentielle de la Métropole ;
		  • Améliorer l'accessibilité du territoire pour assurer les grandes fonctions métropolitaines ;
		  • Créer les conditions du développement économique.
		• 2-Pour une métropole garante des équilibres et des solidarités :Inscrire l'évolution de la Métropole dans un objectif de réduction de la consommation foncière ;
		  • Organiser le développement urbain dans le respect de l'équilibre des territoires ;
		  • Proposer une offre d'habitat équilibrée, diversifiée et de qualité ;
		  • Répondre aux besoin des déplacements quotidiens ;
		  • Maintenir les équilibres commerciaux favorables à la diversité et au maillage commercial.
			Le projet d'aménagement du Quartier des Pépinières répond aux actions du PLUi concernant le renouvellement urbain, la diversification de l'offre d'habitat et la qualité du cadre de vie par la préservation de la nature.
			1 hectare de parc, 400 arbres et arbustes plantés.
			Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité.

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR
		• 3-Pour un environnement de qualité et de proximité pour tous : • Respecter et conforter les grands milieux naturels, vecteurs d'identité ; • Préserver et valoriser les qualités urbaines et paysagères du territoire ; • Faire de la nature en ville un gage de qualité du cadre de vie ; • Adapter le territoire au changement climatique et gérer durablement les ressources ; • Proposer une urbanisation permettant de réduire les nuisances et l'exposition aux risques ; • Améliorer la qualité des espaces à vocation d'activités économiques et commerciales.	Utilisation de matériaux biosourcés.
PDU Plan de Déplacements Urbains (2014)	Métropole Rouen Normandie	La commune de Rouen fait partie de la Métropole Rouen Normandie, dont le Plan de Déplacements Urbains (PDU) fut signé en décembre 2014. Son plan d'actions est subdivisé en fiches actions réparties comme suit : • Poursuivre le développement des infrastructures de déplacements ; • Favoriser l'intermodalité ; • Améliorer les performances du réseau de transports collectifs existant ; • Adapter l'offre collective de transport ; • Favoriser l'intensification urbaine le long des axes de transports collectifs structurants existants et futurs ; • Promouvoir un aménagement du territoire favorisant la sobriété énergétique dans les déplacements ; • Favoriser la pratique de nouvelles formes de mobilité ; • Fédérer les acteurs autour d'une prise de conscience de l'environnement ; • Optimiser la place de la voiture sur la voirie et l'espace public ; • Développer l'usage du vélo ; • Affirmer la place des modes doux sur l'espace public ; • Organiser et rationnaliser le transport de marchandises en ville ; • Renforcer l'attractivité logistique du territoire ; • Poursuivre l'amélioration des connaissances liées à la mobilité ; • Adapter les politiques de déplacements en fonction du suivi et de l'évaluation du PDU	Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité
Émissions des véhicules			
Certificat Crit'Air	Territoire national	La vignette Crit'Air permet d'identifier les véhicules les moins polluants par le biais d'un autocollant sécurisé de couleur apposé sur le véhicule et intitulé certificat qualité de l'air (Crit'Air). *La commune de Rouen fait partie de la Zone à Faibles émissions mobilité (ZFE-m) Métropole Rouen Normandie* Depuis le 3 janvier 2022, les véhicules destinés au transport des marchandises (PL et VUL) ayant des vignettes Crit'Air 4, 5 ou non classés ne peuvent plus ni circuler ni stationner à l'intérieur de la zone.	Non concerné
Environnement & Santé			
PNSE 4 Plan National Santé Environnement (2021)	Territoire national	Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et le moyen terme. Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement et sur sa santé soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur le rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement. Le PNSE 4 comporte 20 actions réparties en 4 axes : • **AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes** • Action 1 : Connaître l'état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter	-

DOCUMENTS DE PLANIFICATION	ZONES D'ACTION	OBJET(S)/OBJECTIF(S)	ÉLÉMENTS du PROJET en COHÉRENCE avec la thématique AIR
		• Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l'environnement dans les objets du quotidien • Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l'environnement • Action 4 : Informer les propriétaires d'animaux sur l'utilisation des produits biocides • Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l'environnement et la santé • Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse • Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement • **AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire** • Action 8 : Maitriser l'exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires • Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l'environnement • Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols • Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement • Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose • Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux • Action 14 : Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides • Action 15 : Réduire l'exposition au bruit • **AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires** • Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l'expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement • Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement • **AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes** • Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health • Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l'exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l'environnement • Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses.	
PRSE 3 Plan Régional Santé Environnement (2017)	Région Normandie	Le bilan du PRSE 2 Haute-Normandie (2010 – 2015) constitue un outil d'orientation pour l'élaboration du PRSE 3 Normandie (2017-2021) qui est la déclinaison du PNSE 3. Il vise à établir une feuille de route recherchant la réduction de l'impact des altérations de l'environnement sur notre santé. Il permet de poursuivre et d'amplifier les actions conduites dans le domaine de la santé environnementale. Les actions notables en termes de qualité de l'air sont, par exemple : • Aménager un environnement et un cadre de vie favorables à la santé ; • Réduire les risques pour la santé, liés à l'environnement intérieur dans les bâtiments existants ; • Promouvoir un logement et des environnements intérieurs favorables à la santé dans les constructions neuves et les rénovations ; • Améliorer la qualité de l'air extérieur et limiter son impact sur la santé. La région Normandie n'a pas encore communiqué quant à l'élaboration du PRSE 4 devant décliner à l'échelle régionale le 4ème PNSE.	Le quartier des Pépinières sera à terme 100 % piéton et cyclable, alimenté par un réseau de liaisons douces et l'usage de transports en commun à proximité. Raccordement au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable. Objectif de labellisation HQE Aménagement, ÉcoQuartier, et NF Habitat. Conception bioclimatique des bâtiments. 1 hectare de parc, 400 arbres et arbustes plantés.

8. IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

8.1. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

Les données présentées dans ce sous-chapitre proviennent de de l'inventaire des émissions d'Atmo Normandie.
Le dernier inventaire disponible en date concerne l'année 2018 (Inventaire version 3.2.7).

Les activités traitées dans l'inventaire Atmo Normandie sont regroupées selon le format « SECTEN » (SECTeurs économiques et ENergie) du CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique), au niveau le plus agrégé. Certains secteurs SECTEN ont été regroupés dans le cadre de cet inventaire. Ainsi, le secteur « Industrie » comprend l'industrie manufacturière, la production, transformation et distribution d'énergie, ainsi que le traitement des déchets. Les transports routiers et les autres modes de transport ont aussi été agrégés. Enfin, les émissions naturelles (forêts, zones humides, etc…), non intégrées dans le bilan national des émissions, ont été ajoutées, le CITEPA fournissant par ailleurs des facteurs d'émissions permettant de les évaluer.
Ainsi l'inventaire est fourni pour les secteurs suivants :

- Industrie ;
- Résidentiel/tertiaire ;
- Transports ;
- Agriculture ;
- Nature (émissions naturelles).

8.1.1. Bilan des émissions sur le département de Seine-Maritime

En 2018, la répartition des émissions de polluants en Seine-Maritime (cf. figure ci-après) par secteur d'activités est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le secteur des transports est l'émetteur principal (54,0 %), suivi par l'industrie (32,0 %) et l'agriculture (10,0 %).
- **Particules PM10** : l'agriculture est le principal émetteur (28,0 %), suivi par les transports (27,0 %), l'industrie (26,0 %) et le résidentiel/tertiaire (19,0 %).
- **Particules PM2,5** : le secteur des transports est le principal émetteur (33,0 %), suivi par le résidentiel/tertiaire (30,0 %), l'industrie (23,0 %) et l'agriculture.
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : le secteur de l'industrie est le principal émetteur (54,0 %), suivi par les émissions naturelles (26,0 %) et l'agriculture (11,0 %).
- **Dioxyde de soufre (SO_2) :** l'industrie est le contributeur prépondérant à raison de 91,0 %, suivi par le secteur des transports (8,0 %) et le résidentiel/tertiaire (1,0 %).
- **Ammoniac (NH_3) :** l'agriculture est l'émetteur majoritaire (85,0 %) suivi par l'industrie (14,0 %).
- **Benzène et benzo(a)pyrène :** le résidentiel/tertiaire est le principal émetteur de benzène et benzo(a)pyrène, suivi par les transports et l'industrie.
- **Métaux (arsenic, cadmium, nickel, plomb)** : les principaux émetteurs de métaux sont l'industrie, les transports et le résidentiel/tertiaire).

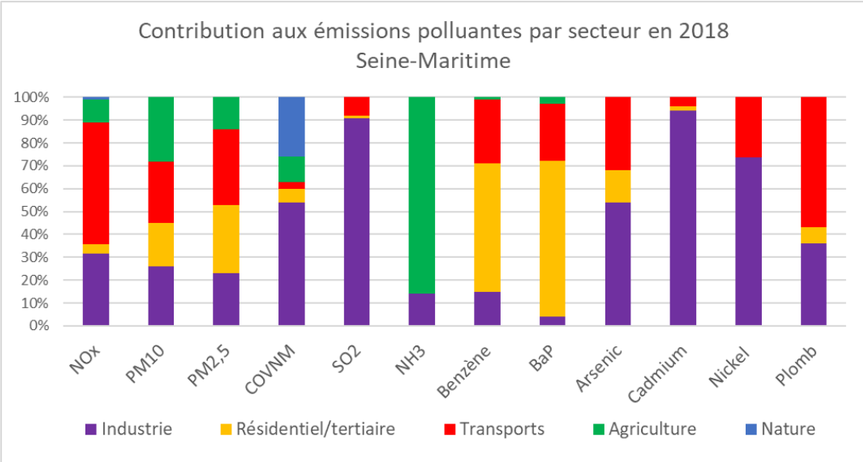


Figure 7 : Répartition des émissions de polluants par type d'activité en Seine-Maritime en 2018
(Source : Atmo Normandie - Inventaire version 3.2.7**)**

Les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques en Seine-Maritime sont **<u>les transports</u>** (NOx, PM10 et PM2,5, benzène et benzo(a)pyrène, métaux), l'**<u>industrie</u>** (NOx, PM10 et PM2,5, COVNM, SO_2, benzène et benzo(a)pyrène, métaux), le **<u>résidentiel/tertiaire</u>** (PM10 et PM2,5, benzène et benzo(a)pyrène, métaux) et l'**<u>agriculture</u>** (NOx, PM10 et PM2,5, COVNM, NH_3).
<u>Les émissions naturelles</u> contribuent principalement aux émissions de COVNM.

8.1.2. Bilan des émissions de la Métropole Rouen Normandie

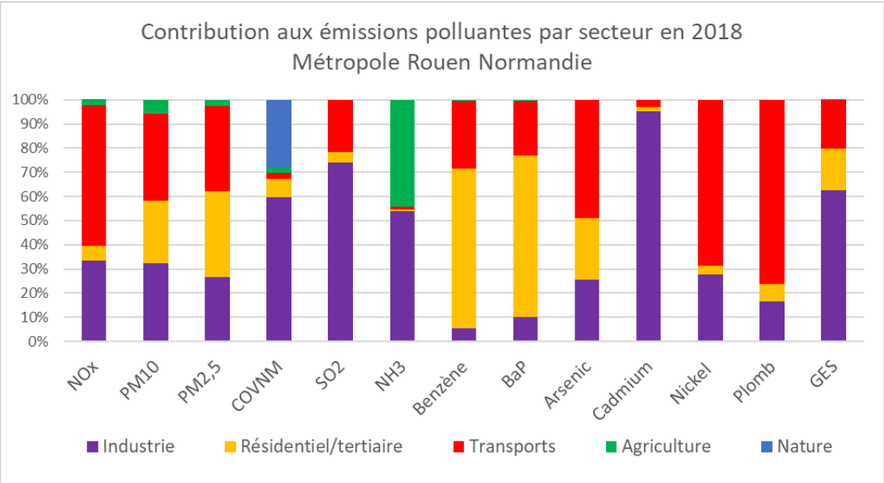


Figure 8 : Répartition des émissions de polluants par type d'activité dans la Métropole Rouen Normandie en 2018 (Source : Atmo Normandie - Inventaire version 3.2.7**)**

En 2018, la répartition des émissions de polluants de la Métropole Rouen Normandie (cf. figure ci-après) par secteur d'activité est la suivante :

- **Oxydes d'azote (NOx)** : le secteur des transports est le contributeur majoritaire (58,0 %), suivi par l'industrie (33,3 %) et le résidentiel/tertiaire (6,2 %).
- **Particules PM10** : le secteur des transports est le principal émetteur (35,7 %), suivi par l'industrie (32,3 %) et le résidentiel/tertiaire (26,0 %).
- **Particules PM2,5** : le résidentiel/tertiaire est le principal émetteur (35,7 %), suivi par les transports (34,9 %) et l'industrie (26,5 %).
- **Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)** : l'industrie est le contributeur majoritaire (59,6 %), suivi par les émissions naturelles (28,3 %) et le résidentiel/tertiaire (7,6 %).
- **Dioxyde de soufre (SO_2) :** l'industrie est l'émetteur prépondérant à raison de 74,0 %, suivi par les transports (21,7 %) et le résidentiel/tertiaire (4,3 %).
- **Ammoniac (NH_3) :** l'industrie est le principal émetteur (53,9 %), suivi par l'agriculture (44,2 %).
- **Benzène et benzo(a)pyrène :** les principaux émetteurs de benzène et de benzo(a)pyrène sont le résidentiel/tertiaire, les transports et l'industrie.
- **Métaux (arsenic, cadmium, nickel, plomb)** : les principaux émetteurs de métaux sont les transports, l'industrie et le résidentiel/tertiaire.
- **Gaz à effet de Serre (GES)** : l'industrie est le principal émetteur (62,6 %), suivi par les transports (20,1 %) et le résidentiel/tertiaire (17,1 %).

Les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques au sein de la Métropole Rouen Normandie sont les **transports** (NOx, PM10, PM2,5, SO_2, benzène et benzo(a)pyrène, métaux, GES), l'**industrie** (NOx, PM10 et PM2,5, COVNM, SO_2, NH_3, benzène et benzo(a)pyrène, métaux et GES), le **résidentiel/tertiaire** (NOX, PM10 et PM2,5, COVNM, SO_2, benzène et benzo(a)pyrène, métaux, GES).
L'agriculture contribue principalement aux émissions de NH_3, et les **émissions naturelles** contribuent principalement aux émissions de COVNM.

8.2. Réseaux de transports

Le réseau routier est le principal point d'étude de la partie Air du projet.
Néanmoins, d'autres réseaux de transport (aérien, ferroviaire, fluvial) peuvent engendrer des rejets de polluants atmosphériques. Il convient donc de les analyser.
La planche suivante repère les réseaux de transport aux alentours du projet.

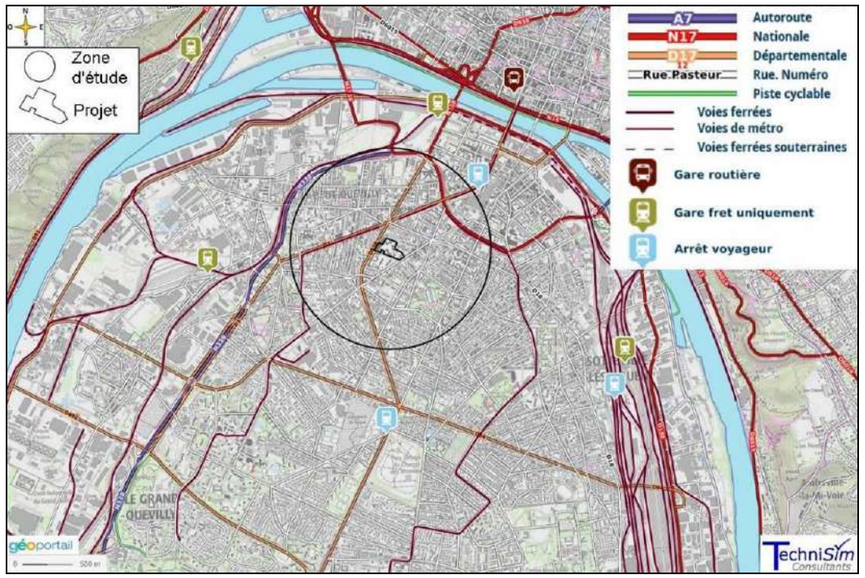


Figure 9 : Réseaux de transport aux environs du projet

Sur la zone d'étude, concernant les émissions de polluants liées aux transports, le transport routier contribue de manière prépondérante. Le transport ferroviaire contribue également mais de manière négligeable comparativement au transport routier.

❖ **Transport routier**

Le trafic automobile impacte la qualité de l'air par le rejet de polluants dus aux moteurs à combustion des véhicules, et aussi par l'abrasion induite par le roulage et le freinage : usure des équipements et de la route, etc.
Le trafic routier est générateur d'oxydes d'azote ; de particules PM10, PM2,5 et diesel ; de Gaz à Effet de Serre ; de composés organiques volatils ; de métaux, …

La planche suivante précise les trafics (TMJA) des principaux routiers autour du projet.

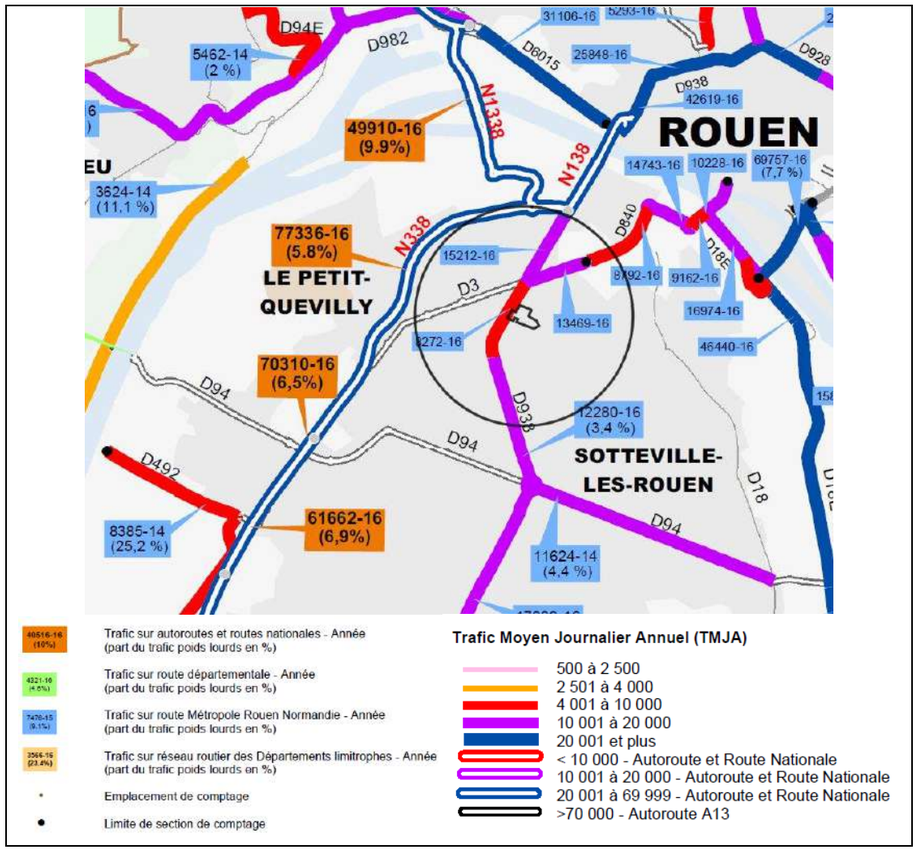


Figure 10 : Carte des Trafics Moyens Journaliers Annuels (TMJA) aux environs du projet (source : Conseil Départemental Seine-Maritime[4]**)**

La zone d'étude englobe plusieurs routes (Nationale ou Départementale) présentant de forts trafics :

- Départementale D938 (12 280 véh/jour dont 3,4 % de PL en 2016 ; 8 272 véh/j en 2016 au niveau du projet) ;
- Départementale D3 (13 469 véh/jour en 2016) ;
- Nationale N338 (77 336 véh/jour dont 5,8 % de PL en 2016).

❖ **Transport ferroviaire**

Le réseau ferré est émetteur principalement de particules (PM10 et PM2,5) et de métaux (dont les principaux sont le fer, le cuivre et le zinc), notamment dus aux frottements des caténaires, des rails, et aux freinages lorsqu'il s'agit de voies électrifiées. Concernant les trains fonctionnant au diesel (très minoritaires sur le réseau ferré en France métropolitaine), des polluants liés à la combustion sont également émis.

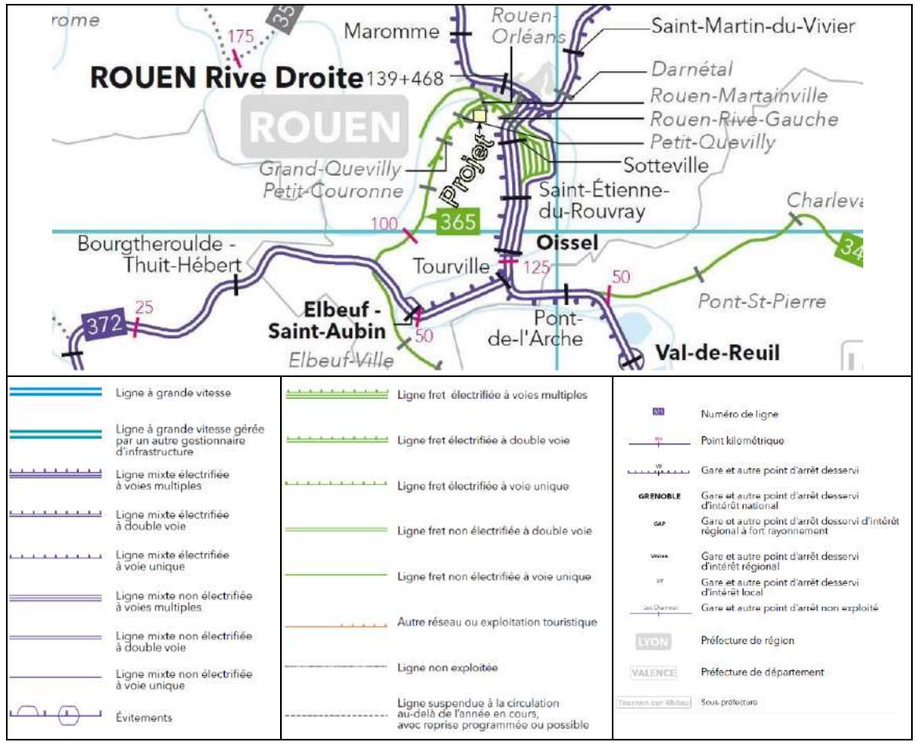


Figure 11 : Lignes de trains électrifiées [source : SNCF, Atlas du réseau ferré en France, Situation au 1er avril 2020**]**

[4] https://www.seine-maritime.gouv.fr/content/download/28771/202424/file/Trafics%202016%20Zoom%20Agglo.pdf
https://www.seinemaritime.fr/docs/cartes%20routieres%20trafics%202020.pdf

Les voies ferrées les plus proches du projet (150 m au nord-ouest et 720 m à l'est) sont des lignes de tramway (dont 5 stations sont souterraines en centre-ville de Rouen).
La ligne de fret électrifiée à voies multiples au nord du projet desservant les gares du Petit-Quevilly, Rouen-Orléans et Sotteville est située en dehors de la zone d'étude.
Quelques trains circulent encore au diesel sur cette ligne de fret.

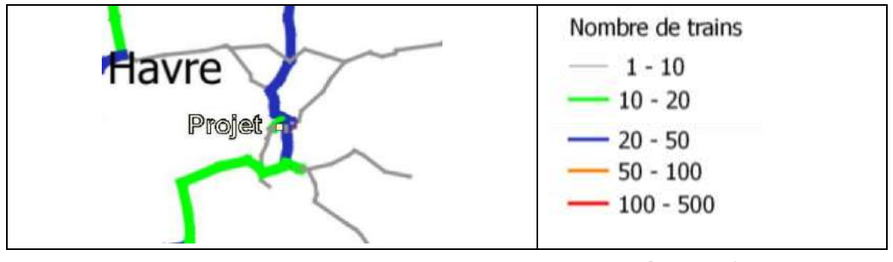


Figure 12 : Nombre de trains circulant au diesel sur les lignes en 2017 [Rapport final : verdissement des matériels roulants du transport ferroviaire en France, Benoit Simian, député, Novembre 2018**]**

Les émissions du transport ferroviaire ressortent comme minoritaires en comparaison des émissions du transport routier (schéma suivant).

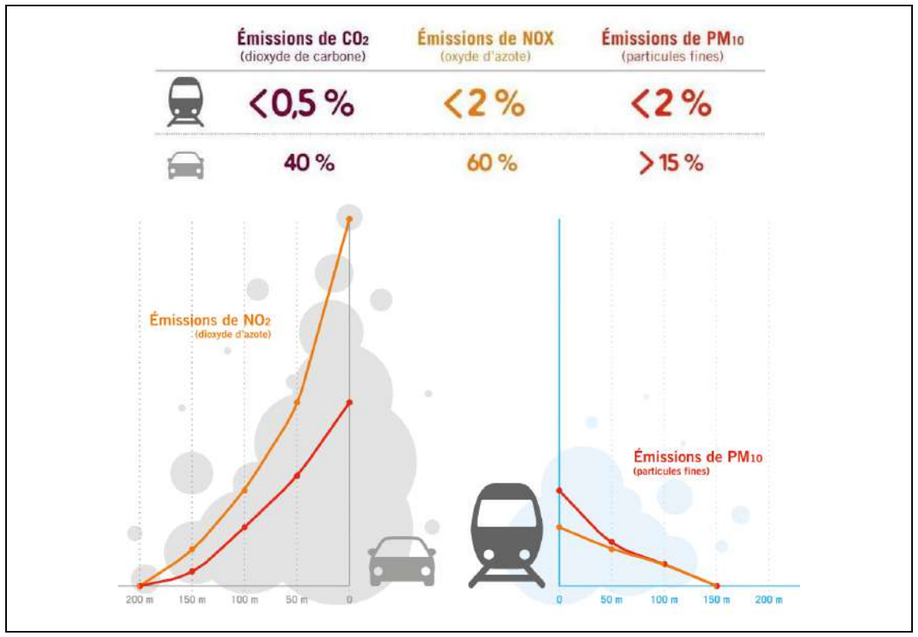


Figure 13 : Comparatif des émissions du transport routier et ferroviaire [Source : le train, un mode de transport bon pour l'air et le climat ; Air Rhône-Alpes, Atmo Auvergne 2015**]**

En résumé, les émissions du transport ferroviaire peuvent être considérées comme négligeables à l'échelle de la zone d'étude, comparativement aux émissions du transport routier, compte tenu de la présence d'axes à fort trafic traversant la zone d'étude.

- **Transport fluvial**

Le transport fluvial est émetteur de NOx, particules, COVNM, SO_2.

Aucune voie navigable n'est présente sur la zone d'étude.
La Seine est située à 1,7 km au nord-est du projet et le grand port maritime de Rouen est à 2,3 km au nord-ouest.

- **Transport aérien**

Les aéroports sont émetteurs de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone [CO_2] principalement, et dans une moindre mesure : méthane [CH_4] et protoxyde d'azote [N_2O]), d'hydrofluorocarbures [HFC] ; d'oxydes d'azote [NOx] ; de COV (Composés Organiques Volatils) et particules.
En outre, selon les données du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA), le secteur du transport aérien est une source non négligeable de dioxyde de soufre [SO_2] et de plomb [Pb].

Aucun aéroport/aérodrome n'est présent au sein de la zone d'étude.
L'aéroport de Rouen Vallée de Seine est situé à 8,9 km au sud-est du projet.
Le transport aérien n'influe pas ainsi directement sur la qualité de l'air de la zone d'étude.

8.3. Secteurs résidentiel et tertiaire

Le secteur résidentiel/tertiaire se décompose en deux sous-secteurs : le résidentiel, majoritairement émetteur, et le tertiaire.
Les émissions proviennent principalement de la climatisation des bâtiments, des appareils de combustion fixes (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, etc.), et de l'utilisation de peintures et de produits contenant des solvants[5].
D'autres sources mineures existent pour le secteur résidentiel, parmi lesquelles il est possible de citer les feux ouverts de déchets verts et autres, la consommation de tabac, l'utilisation de feux d'artifice et les engins mobiles non routiers (loisirs et jardinage).

Ce secteur est émetteur de NOx, PM10, PM2,5, COVNM, de métaux (As et Cr), HAP et dioxines/furanes.

[5] Données du CITEPA : centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique

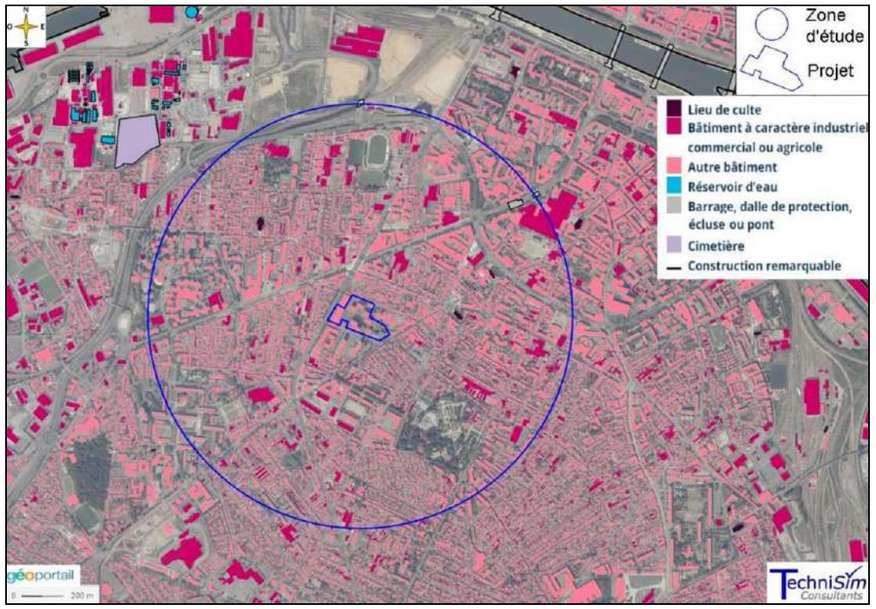


Figure 14 : Environnement du projet par typologie de bâtiments

En l'état actuel, le périmètre projet comporte de bâtiments d'habitations désaffectés.
La zone d'étude comporte en majorité des bâtiments d'habitation ou de services ainsi que des bâtiments à caractère industriel/commercial, et des lieux de cultes.

D'après les données de l'Observatoire Régional Énergie Climat Air de Normandie (ORECAN), au sein de la Métropole Rouen Normandie, le résidentiel a consommé 3 506 GWh d'énergie à climat réel en 2018, répartis comme suit :

- 44,7 % gaz naturel (soit 1 568 GWh) ;
- 37,1 % électricité (soit 1 302 GWh) ;
- 9,9 % chaleur (soit 346 GWh) ;
- 6,1 % bois (soit 215 GWh) ;
- 2,1 % produits pétroliers (soit 75 GWh).

Les secteurs résidentiel & tertiaire constituent des émetteurs importants sur la zone d'étude, et notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers comme combustible.

8.4. ÉMISSIONS NATURELLES

Bien que les émissions naturelles ne soient pas considérées comme une pollution atmosphérique[6] au sens de la loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie de 1996, article 2 ; celles-ci peuvent être de nature diverse et peuvent localement/temporellement être importantes.
Parmi les émissions atmosphériques d'origine naturelle (incendies de forêt, feux de brousse, volcanisme, plantes, ruminants), il est possible de retrouver :

- Des particules minérales (embruns marins, corrosion de roches, érosion des sols) ;
- Des particules vivantes (bactéries, virus, champignons microscopiques ou moisissures) ;
- Des particules (pollens) ;
- Des gaz (radon, dioxyde de carbone, méthane) ;
- Des molécules volatiles (COVNM).

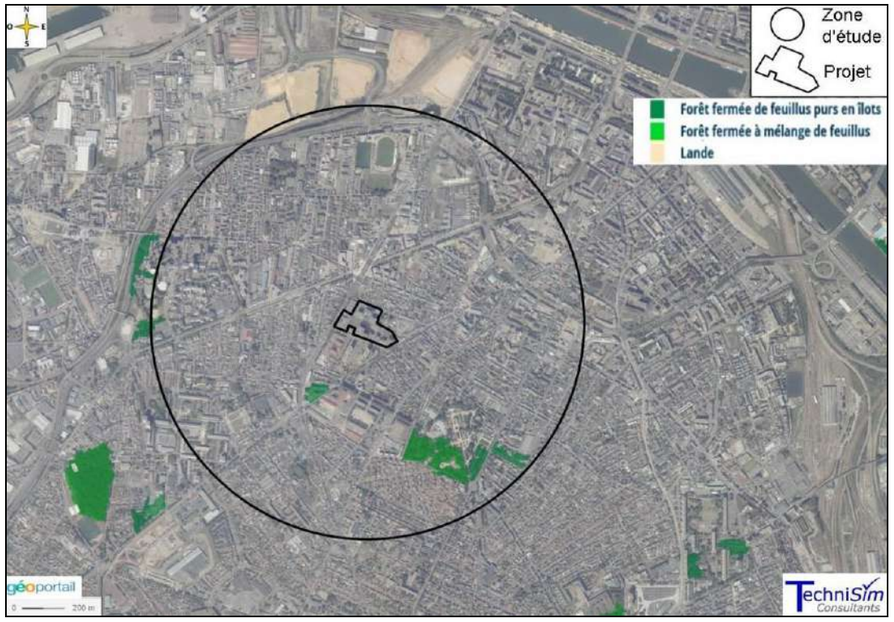


Figure 15 : Zones forestières

[6] Constitue une pollution atmosphérique, l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels ou à provoquer des nuisances olfactives excessives. (Loi LAURE, 1996).

Quelques espaces verts (forêts fermée de feuillus et landes) figurent au sein et aux alentours de la zone d'étude.

La végétation est émettrice de certains composés, mais possède également une capacité de captation des polluants.
Un grand nombre d'espèces végétales[7] sont émettrices de Composés Organiques Volatils Biogéniques (COVB). Certaines d'entre elles le sont en grande quantité, comme les bouleaux, mahonias, liquidambars, platanes, saules, peupliers, chênes et chênes verts, ainsi que la plupart des conifères. Les COVB étant des précurseurs de l'ozone, ces espèces favorisent ainsi la photochimie des oxydes d'azote, génératrice de polluants secondaires acides et oxydants.
Il convient de retenir cependant que les plantes jouent un rôle épurateur vis-à-vis de l'air car elles sont capables de capter un certain nombre de polluants gazeux, par absorption dans les stomates (oxydes d'azote, ozone, …) et adsorption par la cuticule des feuilles – structure lipidique qui recouvre les surfaces foliaires et les protège notamment du dessèchement – (COV tels que polychlorobiphényles [PCB], dioxines, furanes).
L'accumulation au niveau des surfaces foliaires est limitée. En effet, au bout d'un certain temps, un équilibre – en fonction des niveaux de pollution - s'installe entre la capture permanente de polluants sur ces surfaces et des pertes continues. Ces dites pertes ont de multiples origines : les frottements, la volatilisation, la production permanente de cires, la croissance des feuilles, le lessivage par la pluie. Ainsi, après l'adsorption au niveau de la cuticule, les COV pénètrent peu à peu dans la partie interne de la feuille. Il est intéressant de retenir que les feuilles à cuticule graisseuse épaisse sont les plus efficaces pour la capture de ce type de composés organiques : c'est notamment le cas des épines de conifères.
Les études pointent en général les effets positifs de la végétation sur la qualité de l'air par réduction des concentrations en polluants chimiques. Cela reste néanmoins à nuancer. Les évaluations quantitatives pour 55 villes américaines indiquent que, si parfois les diminutions de concentration peuvent atteindre momentanément jusqu'à 16 % pour O_3 et SO_2, 9 % pour NO_2 et 8 % pour les particules (PM), elles sont en règle générale au mieux de 1 à 4 %, en moyenne nettement inférieures à 1 % pour les polluants réglementés (0,03 % pour CO).

8.5. Registre des émissions polluantes (secteur industriel)

Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est sis dans la zone d'étude.

[7] Mestayer & Brunet. Impact de la végétation urbaine sur la qualité de l'air, *Innovations Agronomiques 45* (2015), p.35-45.

8.6. Secteur agricole

Le secteur agricole est émetteur de GES, NH_3, NOx, PM10, PM2,5, COVNM, SO_2.

Aucune parcelle agricole n'est recensée au sein de la zone d'étude. Il est ainsi possible de conclure que le secteur agricole n'est pas de nature à influer sur la qualité de l'air de la zone d'étude.

8.7. Synthèse

Les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques au sein de la Métropole Rouen Normandie sont les **transports** (NOx, PM10, PM2,5, SO_2, benzène et benzo(a)pyrène, métaux, GES), l'**industrie** (NOx, PM10 et PM2,5, COVNM, SO_2, NH_3, benzène et benzo(a)pyrène, métaux et GES), le **résidentiel/tertiaire** (NOX, PM10 et PM2,5, COVNM, SO_2, benzène et benzo(a)pyrène, métaux, GES).
L'agriculture contribue principalement aux émissions de NH_3, et les **émissions naturelles** contribuent principalement aux émissions de COVNM.

-Les principales voies routières de la zone d'étude sont la départementale D938 (12 280 véh/jour dont 3,4 % de PL en 2016), la Départementale D3 (13 469 véh/jour en 2016) et la Nationale N338 (77 336 véh/ jour dont 5,8 % de PL en 2016).
-Les voies ferrées les plus proches du projet (150 m au nord-ouest et 720 m à l'est) sont des lignes de tramway (partiellement souterraine en centre-ville de Rouen). La ligne de fret électrifiée à voies multiples au nord du projet desservant les gares du Petit-Quevilly, Rouen-Orléans et Sotteville est située en dehors de la zone d'étude. Quelques trains circulent encore au diesel sur cette ligne de fret.
-Il n'y a aucune voie navigable dans la zone d'étude. La Seine est située à 1,7 km au nord-est du projet et le grand port maritime de Rouen à 2,3 km au nord-ouest.
-Aucun aéroport/aérodrome n'est situé au sein de la zone d'étude.
-Les secteurs résidentiel/tertiaire constituent des émetteurs importants sur la zone d'étude, et notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers comme combustible.
-Aucune zone agricole n'est présente sur la zone d'étude.
-Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est installé sur la zone d'étude.
-Quelques espaces verts conséquents (forêts fermée de feuillus et landes) figurent au sein et aux alentours de la zone d'étude.

À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier et le résidentiel/tertiaire. Le transport ferroviaire contribue également mais de manière négligeable.

9. QUALITÉ DE L'AIR

La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie, dite loi 'LAURE', reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Aussi, l'État assure-t-il - avec le concours des collectivités territoriales - la surveillance de la qualité de l'air au moyen d'un dispositif technique dont la mise en œuvre est confiée à des organismes agréés.
Il s'agit des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces associations sont régies par la « Loi 1901 ».
La surveillance de la qualité de l'air (objectifs de qualité, seuils d'alerte et valeurs limites) est entrée en vigueur avec la mise en place du Décret n°98360 du 16 mai 1998.
Un autre décret datant lui aussi du 16 mai 1998 (n°98-361) porte sur l'agrément des organismes de la qualité de l'air.

Le rôle essentiel de ces organismes est l'information du public sur la qualité de l'air ambiant. Ces associations de surveillance de la qualité de l'air ont une compétence régionale, mais déployable à l'échelle locale.
Les AASQA mesurent également les incidences négatives de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes, à la suite de l'arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant.

Concernant la région Normandie, l'organisme en charge de cette mission est l'association Atmo Normandie.

9.1. BILAN DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN NORMANDIE EN 2020

Dans l'ensemble, la qualité de l'air s'améliore en 2020 sur le territoire régional par rapport à l'année 2019. Cela est dû en grande partie à la pandémie de Covid-19 et à ses conséquences sur les émissions de polluants (moins de circulation sur les routes, raréfaction du trafic aérien, commerce, économie, mondialisation au ralenti, …).

Le département de la Seine-Maritime reste le plus concerné par les épisodes de pollution aux particules PM10 et celui de l'Orne le plus épargné. Globalement ces épisodes ont été moins nombreux que les années précédentes.
L'ozone, polluant estival, touche de façon homogène les départements normands. Le nombre de procédures d'information et de recommandations reste dans la moyenne des années précédentes (3 jours au total).
Deux épisodes de pollution ont été occasionnés par le dioxyde de soufre, émis par l'activité du raffinage de pétrole à Port-Saint-Jérôme.

❖ **Dioxyde d'azote (NO_2)**

Tous les sites sans exception ont enregistré une baisse de la moyenne annuelle en NO_2 (entre -10 % et -36 %).
Pour la première fois, aucun dépassement des valeurs limites européennes n'est observé, y compris sur les sites « sensibles » habituellement au-dessus de ces normes.
La raison de cette amélioration est avant tout et sans conteste liée à la pandémie de Covid-19 et aux périodes de confinement attenantes.

❖ **Particules PM10 et PM2,5**

L'ensemble des stations de mesures respectent les valeurs limites et objectif de qualité pour les PM10 en 2020. De plus, un plus grand nombre de stations respectent de surcroit les recommandations de l'OMS (référence 2005).
Pour les PM2,5, la valeur limite et l'objectif de qualité sont respectés pour toutes les stations. Comme pour les PM10, la moyenne annuelle des PM2,5 est en baisse sur la quasi-totalité des stations (-10 % à -29 %) ; seules deux stations ont une moyenne stable. Les recommandations de l'OMS (référence 2005) pour les PM2,5 sont en revanche toujours dépassées pour l'ensemble des stations.

❖ **Ozone (O_3)**

Aucune station de mesures de la région ne respecte l'objectif de qualité.
La valeur cible pour la protection de la santé humaine est quant à elle respectée partout.

❖ **Dioxyde de soufre (SO_2)**

En 2020, les teneurs en SO_2 respectent toutes les valeurs limites européennes ; seule la région havraise présente des teneurs supérieures aux recommandations de l'OMS (Référence 2005).
Excepté au centre-ville du Havre qui affiche une faible moyenne annuelle stabilisée (à 2 µg/m^3), l'année 2020 est notable par une nette diminution de cette moyenne annuelle sur toutes les stations de mesures, tout le long de l'estuaire jusqu'à Tancarville.
Ce constat n'est pas identique sur le port de Saint-Jérôme où, au contraire, une augmentation est enregistrée avec 4 dépassements du seuil journalier de 125 µg/m^3 et 2 jours de procédures de recommandation pour la commune de Port-Saint-Jérôme.
Ces dépassements en 2020 de la valeur imite journalière sur la commune de Port-Jérôme-sur-Seine sont exceptionnels : la raffinerie Exxon Mobil a en effet connu des difficultés d'exploitation sur une unité traitant ses gaz soufrés.

❖ **Autres polluants mesurés**

En 2020, pour tous les autres polluants mesurés (monoxyde de carbone, benzène, benzo(a)pyrène et métaux toxiques [Arsenic, Cadmium, Nickel, Plomb]), les valeurs réglementaires sont respectées, et ce, pour toutes les stations d'Atmo Normandie.
La recommandation de l'OMS pour le monoxyde de carbone ainsi que l'objectif de qualité pour le benzène sont également respectés.

❖ **Impact sur la qualité de l'air en 2020 des confinements et des restrictions de déplacements en lien avec la lutte contre l'épidémie de Covid-19**

Dans des communiqués[8] , Atmo Normandie évalue que :

- Lors du premier confinement (17 mars au 10 mai 2020) :
  - Les concentrations moyennes journalières en NOx ont fortement diminué en proximité des axes routiers durant le confinement en raison de la réduction de 70 % de la circulation routière. Sur certaines zones des baisses jusqu'à 50 % des concentrations en dioxyde d'azote ont été estimées.
  - L'impact sur les concentrations en particules n'a pas été mis en évidence.
  - Plusieurs journées de mars/avril ont connu une hausse importante des concentrations en particules dont les sources sont variées à la fois d'origine locale mais également en provenance des régions et pays voisins.
- Le second confinement (30 octobre au 15 décembre 2020) a entrainé une baisse beaucoup moins marquée des concentrations en NOx du fait de la diminution moins importante des trafics routiers.

9.2. ZONES SENSIBLES POUR LA QUALITÉ DE L'AIR

L'état des lieux réalisé dans le cadre des SRCAE définit des « Zones Sensibles pour la Qualité de l'Air ». Dans ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air doivent être jugées préférables à d'éventuelles actions portant sur le climat et dont la synergie avec les actions de gestion de la qualité de l'air n'est pas assurée.

Les polluants retenus dans la définition de ces zones sont les particules fines (PM10) et le dioxyde d'azote (NO_2).

[8] http://www.atmonormandie.fr/Publications/Publications-telechargeables/Dossiers-de-presse/Evaluation-de-l-impact-sur-la-qualite-de-l-air-en-Normandie-suite-a-la-mise-en-place-de-mesures-de-confinement-et-de-deconfinement-dans-le-cadre-de-la-lutte-contre-la-pandemie-de-COVID-19
https://atmo-france.org/les-bilans-regionaux-de-la-qualite-de-lair-durant-le-2e-confinement/

Par ailleurs, ces zones sont définies en croisant :

- Les zones où les niveaux d'émissions sont excessifs
- Les zones qui, par leur densité de population ou la présence d'écosystèmes protégés, peuvent être jugées plus sensibles à une dégradation de la qualité de l'air.

La cartographie des zones sensibles pour la qualité de l'air est éditée sur la planche immédiatement ci-dessous.

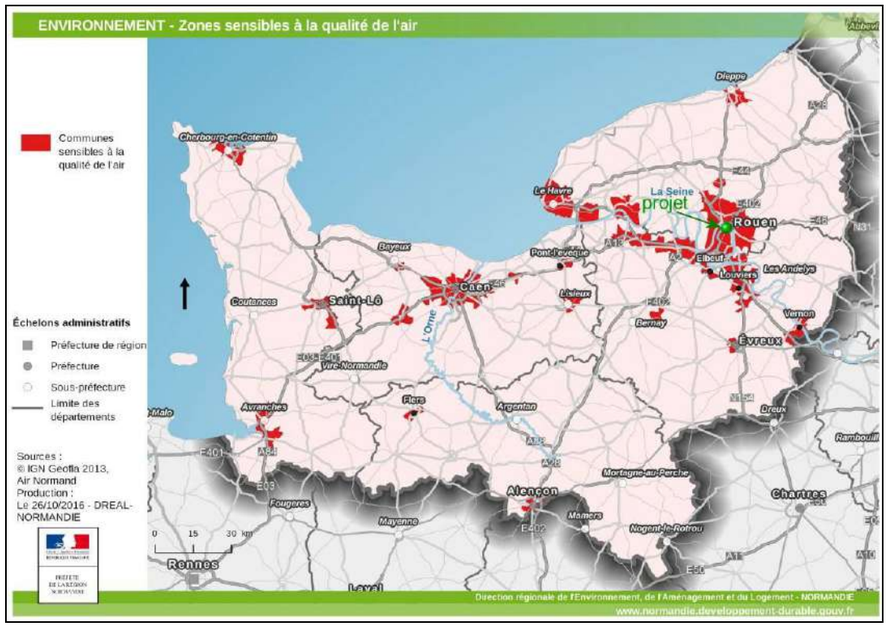


Figure 16 : Emplacement des zones sensibles pour la qualité de l'air (Source : DREAL Normandie**)**

La zone d'étude du projet est incluse dans la **Z**one **S**ensible pour la **Q**ualité de l'**A**ir de Normandie au sens du SRCAE.

9.3. ZONES COUVERTES PAR UN PPA

La zone d'étude est couverte par le Plan de Protection de l'Atmosphère de l'ex-région Haute-Normandie concernant l'intégralité des départements de l'Eure et de la Seine-Maritime (ce PPA est en cours de révision).

9.4. PROCÉDURES D'INFORMATION-RECOMMANDATIONS ET D'ALERTE

Dans le Code de l'Environnement sont définis des seuils d'information/recommandations et d'alerte pour différents polluants. Ces seuils correspondent à des niveaux d'urgence, c'est-à-dire à des concentrations de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà desquelles une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement.

9.4.1. Fonctionnement de la procédure – Dispositif préfectoral

Le dispositif de déclenchement des procédures est régi par l'arrêté interministériel du 7 avril 2016. Il concerne les épisodes de pollution aux particules (PM10), au dioxyde d'azote (NO_2), et à l'ozone (O_3).

Un document cadre zonal a été adopté le 26 avril 2017 à l'échelle de la zone de défense et de sécurité (ZDS) Ouest, à laquelle appartient la région Normandie. Ce document propose des principes d'harmonisation des dispositifs de gestion des épisodes de pollution à l'échelle de la ZDS, et précise le rôle du préfet de zone.

En Normandie, le fonctionnement des procédures en cas d'épisodes de pollution est déterminé par l'arrêté interpréfectoral du 20 avril 2018[9]. Cet arrêté vise les polluants suivants : dioxyde d'azote (NO_2), ozone (O_3), particules PM10.

Le dispositif prévoit deux niveaux de réponse :

- Une procédure *d'information-recommandations* (dès le premier jour des prévisions de dépassements des seuils de polluants)
- Une procédure *d'alerte* (à partir de deux jours consécutifs de dépassement des seuils de polluants).

Les dispositions prévues en cas de pics de pollution de l'air portent, d'une part, sur l'adoption de comportements propres à réduire la vulnérabilité des publics les plus sensibles et, d'autre part, sur des mesures susceptibles de réduire les émissions de polluants.

La caractérisation d'un épisode de pollution est confiée à l'expertise de l'AASQA compétente. Le prévisionniste caractérise un épisode de pollution en s'appuyant sur la modélisation (prévision) ou sur le constat d'un dépassement de seuil, ou pour le seuil d'alerte sur persistance.

Le dépassement d'un seuil de pollution est caractérisé à partir :

- Soit d'un critère de **superficie :** dès lors qu'une surface d'au moins 100 km² au total dans une région est concernée par un dépassement des seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond. Lorsque le critère de superficie régionale est validé, la procédure est activée sur le ou les départements concernés par l'épisode de pollution (c'est-à-dire pour lesquels une surface d'au moins 25 km² est concernée par un dépassement).
- Soit d'un critère **populationnel :**
  - Pour les départements de plus de 500 000 habitants, le critère de population est respecté lorsqu'au moins 10 % de la population du département est concerné par un dépassement de seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou de particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond ;
  - Pour les départements de moins de 500 000 habitants, le critère de population est respecté lorsqu'au moins une population de 50 000 habitants au total dans le département est concernée par un dépassement des seuils d'ozone, de dioxyde d'azote et/ou des particules PM10 estimé par modélisation en situation de fond.
- Soit **en considérant les situations locales particulières portant sur un territoire plus limité,** notamment les vallées encaissées ou mal ventilées, les zones de résidence à proximité de voiries à fort trafic, les bassins industriels.

❖ **Niveau d'information et de recommandations (NO_2, PM10, O_3)**

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'information de l'un des trois polluants est atteint ou risque de l'être. Le seuil d'information correspond à un niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée a des effets limités et transitoires sur la santé des catégories de populations particulièrement sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques et insuffisants respiratoires chroniques, ...).

Il comprend des actions d'information de la population, des recommandations sanitaires aux catégories de populations particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée, ainsi que des recommandations et des mesures visant à réduire certaines des émissions polluantes, comme la recommandation faite par les autorités aux conducteurs de véhicules à moteur de limiter leur vitesse.

[9] https://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/07-02_ap_pics_de_pollution_-_sign_groupees.pdf

❖ **Niveau d'alerte (NO_2, PM10, O_3)**

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'alerte de l'un des polluants est atteint ou risque de l'être.
Le seuil d'alerte correspond à un niveau de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement, et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.
En sus des actions prévues au niveau d'information et de recommandations, ce niveau comprend des mesures de restriction ou de suspension des activités concourant à la pollution (industries et transports), y compris, le cas échéant, de la circulation des véhicules.

Le tableau immédiatement suivant reporte les seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte du public en cas d'épisode de pollution dans la région, et ce, pour les trois polluants concernés.

Tableau 5 : Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte

Polluants	Seuil d'information et de recommandations	Seuil d'alerte
Particules PM10	50 µg/m³ en moyenne journalière	80 µg/m³ en moyenne journalière
Ozone (O_3)	180 µg/m³ en moyenne horaire	240 µg/m³ en moyenne horaire, pendant 3 heures consécutives
Dioxyde d'azote (NO_2)	200 µg/m³ en moyenne horaire	400 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant 3 heures consécutives **OU** 200 µg/m³ en moyenne horaire, dépassé pendant à J-1 et J et que les prévisions font craindre un dépassement à J+1

Le tableau qui suit dresse la liste des mesures d'urgences susceptibles d'être décidées par les préfets en fonction des secteurs d'activités et de la typologie de l'épisode de pollution.

Tableau 6 : Mesures d'urgences du seuil d'alerte par secteur d'activité et typologie d'épisode de pollution

SECTEUR	MESURE	PM10	NO2	O3	PROCÉDURE IR	PROCÉDURE ALERTE			
					recommandation	recommandation	Mesure réglementaire prédéfinie	Mesure réglementaire variable	Mesure volontaire
TOUT PUBLIC / GÉNÉRAL	Éviter l'utilisation d'appareils de combustion de biomasse non performants (en particulier cheminées ouvertes et poêles anciens) ou de groupes électrogènes, sauf nécessité	x	x	x	x	x			
	Reporter les travaux d'entretien ou de nettoyage effectués par la population ou les collectivités territoriales avec des outils non électriques (tondeuses, taille-haie…) ou des produits à base de solvants organiques (white-spirit, peinture, vernis décoratifs, produits de retouche automobile…)	x	x	x	x	x			
	Modérer la température des logements ou lieux de travail	x			x	x			
	Suspendre toute dérogation à l'interdiction de brûlage à l'air libre des déchets verts	x	x	x	x		x		
	Interdire un rassemblement (événement culturel, sportif, etc.) soit au titre de la santé publique (risque pour les personnes participant à cet événement), soit parce qu'il est potentiellement générateur de déplacements nombreux	x	x	x				x	
TOUT PUBLIC / DÉPLACEMENTS	Privilégier le recours aux modes actifs, aux transports en commun ou au covoiturage. Les entreprises et les administrations sont invitées à adapter les horaires et modalités de travail pour faciliter ces pratiques et à réduire leurs déplacements automobiles non indispensables (en privilégiant le recours à l'audio et la visioconférence, voire le télétravail).	x	x	x	x	x			
	Abaisser de 20 km/h la vitesse maximale autorisée sur le réseau routier à 2 × 2 voies (sans toutefois descendre en dessous de 70 km/h). Des contrôles de vitesse peuvent être réalisés sur les axes concernés.	x	x	x	x		x		
	Abaisser de 20 km/h les vitesses maximales autorisées sur l'ensemble du réseau routier (sans toutefois descendre en dessous de 70 km/h). Des contrôles de vitesse peuvent être réalisés sur les axes concernés.	x	x	x				x	
	Inviter les entreprises et administrations ayant mis en place un PDE/PDA à faire application des mesures prévues	x	x	x	x	x			
	Mettre en place une circulation différenciée sur la base des certificats qualité de l'air (Crit'Air) institués par décret du 29/06/16, selon les modalités fixées dans un arrêté complémentaire.	x	x	x				x	
	Mesures incitatives pour le stationnement résidentiel	x	x	x					x
	Mesures incitatives pour l'usage des transports moins polluants (vélo, véhicules électriques, transports en commun, etc.)	x	x	x					x

TRANSPORTS	Raccorder électriquement à quai les navires de mer et les bateaux fluviaux en substitution à la production électrique de bord par les groupes embarqués, dans la limite des installations disponibles	x	x	x	x		x		
	Limiter le trafic routier des poids lourds en transit dans les centre-villes, voire les en détourner en les réorientant vers des itinéraires de substitution lorsqu'ils existent, en évitant toutefois un allongement significatif du temps de parcours	x	x	x	x	x			
	Reporter les essais moteurs des aéronefs dont l'objectif n'est pas d'entreprendre un vol	x	x	x	x		x		
	Reporter les tours de piste d'entraînement des aéronefs, à l'exception de ceux réalisés dans le cadre d'une formation initiale	x	x	x	x		x		
INDUSTRIEL*	Utiliser les systèmes de dépollution renforcés	x	x	x	x		x		
	Réduire les rejets atmosphériques, y compris par la baisse d'activité	x	x	x	x			x	
	Reporter certaines opérations émettrices de COV : travaux de maintenance, dégazage d'une installation, chargement ou déchargement de produits émettant des COV en l'absence de dispositif de récupération des vapeurs, etc.	x		x	x		x		
	Reporter certaines opérations émettrices de particules ou d'oxydes d'azote	x	x	x	x		x		
	Reporter le démarrage d'unités à l'arrêt, sauf nécessité	x	x	x	x		x		
	Réduire l'activité sur les chantiers générateurs de poussières ou recourir à des mesures compensatoires (arrosage, etc.)	x			x		x		
	Ne pas utiliser de groupes électrogènes, sauf nécessité pour l'activité industrielle	x	x	x	x		x		
	Vérifier les installations de combustion et le bon fonctionnement des dispositifs anti-pollution	x	x	x	x		x		
	Le cas échéant, les installations classées pour la protection de l'Environnement (ICPE) mettent en œuvre les dispositions en cas d'épisode de pollution prévues dans leur arrêté d'autorisation d'exploiter	x	x	x	x		x		
AGRICOLE	Recourir à des procédés d'épandage faiblement émetteurs d'ammoniac pour les fertilisants de type 2	x			x		x*	x**	
	Recourir à des enfouissements rapides (dans les 12h) pour les fertilisants de type 2 et de type 3 liquide, sur terre nue	x			x		x*	x**	
	Suspendre la pratique de l'écobuage et les opérations de brûlage à l'air libre des sous-produits agricoles	x	x	x	x		x		
	Vérification par l'exploitant du bon fonctionnement des équipements de chauffage	x			x		x		
	Reporter les épandages de fertilisants de type 2 et de type 3 liquide en tenant compte des contraintes déjà prévues (directive 91/676/CEE concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles)	x			x			x	
	Reporter de 24h les travaux du sol, sauf opérations de préparation du sol en vue de semis et faux-semis, et opérations de semis et faux-semis	x			x			x	
	Ne pas utiliser de groupes électrogènes, sauf nécessité pour l'activité agricole	x	x	x			x		

* concerne les départements du Calvados, de l'Eure, de l'Orne et de la Manche

** concerne le département de Seine-Maritime

Pour le dioxyde de soufre (SO_2), en Normandie[10], l'arrêté interpréfectoral du 20 juillet 2007 régit les procédures d'information et de recommandation, d'alerte et de réduction des émissions industrielles en cas de pollution au dioxyde de soufre pour des zones de déclenchement spécifiées dans l'arrêté (cf. tableau suivant).

[10] http://www.atmonormandie.fr/L-air-le-b.a-ba/Reglementation

Tableau 7 : Zones concernées par l'arrêté interpréfectoral du 20 juillet 2007 concernant le déclenchement de procédures liées à une pollution au dioxyde de soufre

Zone de déclenchement	Type	Zone de référence	Zone d'émission	Capteurs
Agglomération de Rouen	Généralisé	Agglomération de Rouen	Agglomération de Rouen	3
Agglomération du Havre	Généralisé	Agglomération du Havre	Agglomération du Havre	3
Petit-Couronne	Localisé	Petit-Couronne	Agglomération de Rouen	1
Gonfreville-l'Orcher	Localisé	Gonfreville-l'Orcher	Agglomération du Havre	1
Notre-Dame-de-Gravenchon	Localisé	Notre-Dame-de-Gravenchon, Lillebonne	Notre-Dame-de-Gravenchon, Lillebonne	1
Quillebeuf-sur-Seine	Localisé	Notre-Dame-de-Gravenchon, Lillebonne	Notre-Dame-de-Gravenchon, Lillebonne	1
Val-de-la-Haye	Localisé	Petit-Couronne	Agglomération de Rouen	1
Rogerville	Localisé	Gonfreville-l'Orcher	Agglomération du Havre	1
Le Havre (Ville Haute)	Localisé	Agglomération du Havre	Agglomération du Havre	1
Harfleur	Localisé	Gonfreville-l'Orcher	Agglomération du Havre	1
La Cerlangue	Localisé	Notre-Dame-de-Gravenchon, Lillebonne	Notre-Dame-de-Gravenchon, Lillebonne	1
Le Havre (Ville Basse)	Localisé	Agglomération du Havre	Agglomération du Havre	1
Sainte-Adresse	Localisé	Agglomération du Havre	Agglomération du Havre	1
Tancarville	Localisé	Notre-Dame-de-Gravenchon, Lillebonne	Notre-Dame-de-Gravenchon, Lillebonne	1

La zone de déclenchement correspond à la zone où les procédures peuvent être déclenchées. Seuls les capteurs inclus dans cette zone sont pris en compte pour le déclenchement. Pour les zones de type généralisé, seuls les capteurs utilisés pour définir l'indice ATMO sont inclus dans l'algorithme.

Une zone de type généralisé correspond à une agglomération de plus de 50 000 habitants possédant au moins une zone de type localisé.

Une zone de type localisée correspond à une commune ou un quartier, où les conditions de dépassement du seuil d'information et de recommandation sont rencontrées.

Les zones de référence et les zones d'émissions servent à déterminer les industriels assujettis à la procédure de réduction des émissions.

La zone d'émission réalise un premier tri suivant la contribution. Seuls les industriels contribuant, au cours des 3 années écoulées, pour au moins 1 % des émissions de la zone d'émissions sont conservés.

La zone de référence affine l'assujettissement en incorporant un paramètre de localisation. La procédure de réduction s'applique donc aux industriels conservés de la zone d'émission localisés dans la zone de référence.

La colonne capteurs indique le nombre minimal nécessaire à la mise en place des procédures.

❖ **Procédure d'information et de recommandations (SO_2)**

Déclenchée entre 9h et 17 incluse :

- Zone généralisée : si le sous-indice ATMO (ancien calcul) glissant pour le SO_2 est supérieur ou égal à 8.
- Zone localisée :
  - Si le maximum horaire des moyennes horaires des capteurs de la zone de déclenchement est supérieur ou égal au seuil d'information et de recommandation pendant 3h consécutives ;
  - Ou si les 2 conditions suivantes sont réunies : la procédure de réduction des émissions industrielles est en cours ET le maximum horaire des moyennes horaires des capteurs de la zone de déclenchement est supérieur ou égal au seuil d'information et de recommandation.

❖ **Procédure d'alerte (SO_2)**

Déclenchée entre 9h et 17 incluse :

- Zone généralisée : si le sous-indice ATMO (ancien calcul) glissant pour le SO_2 est égal à 10.
- Zone localisée : le maximum horaire des moyennes horaires des capteurs de la zone de déclenchement est supérieur ou égal au seuil d'alerte.

9.4.2. Historique des dépassements

Le schéma ci-après représente le nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département de la Seine-Maritime depuis 2016.

Il convient de retenir que les déclenchements concernent principalement les PM10 (période hivernale) et l'ozone (période estivale), et sporadiquement le dioxyde de soufre (entre 2018 et 2020) du fait de la pollution industrielle et le dioxyde d'azote (en 2016).

Le seuil d'alerte est dépassé pour les PM10 chaque année (sauf en 2018 et 2021), et uniquement en 2020 pour l'ozone.

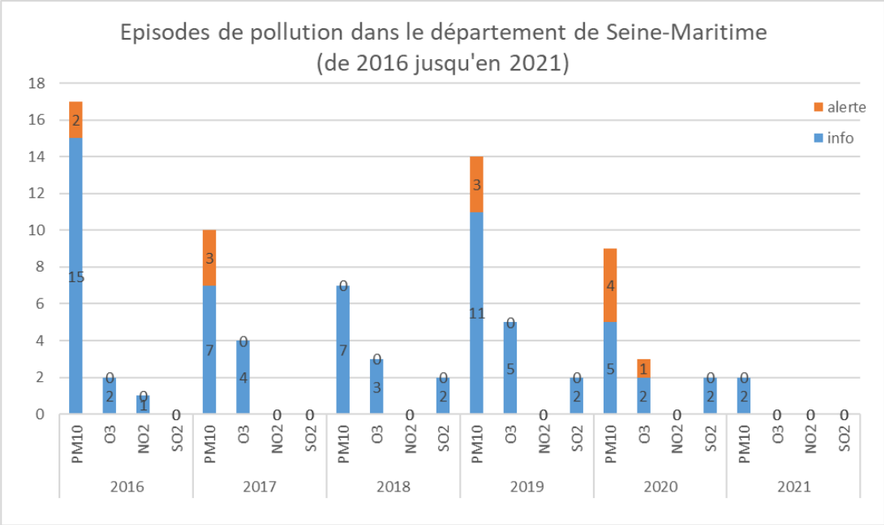


Figure 17 : Nombre de jours de dépassement des seuils d'information-recommandations et d'alerte pour le département de Seine-Maritime du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2021 inclus

En 2020, le département a connu 9 épisodes de pollution aux PM10 (5 dépassements du seuil d'information/recommandations et 4 dépassements du seuil d'alerte), 5 épisodes de pollution à l'ozone (5 dépassements du seuil d'information) et 2 épisodes de pollution pour le SO_2 (2 dépassements du seuil d'information). Ces données 2020 sont néanmoins à considérer avec prudence, compte tenu du contexte particulier de ladite année, au regard des mesures de confinement instaurées afin de faire face à l'épidémie de Covid-19 – avec des répercussions significatives sur les trafics routiers, et donc sur la qualité de l'air.

En 2021, 2 dépassements du seuil d'information pour les PM10 ont eu lieu.
À l'échelle du département de Seine-Maritime, les déclenchements du seuil d'*information-recommandations* et d'*alerte* sont récurrents pour les PM10 et l'ozone, et ponctuels pour le dioxyde de soufre SO_2.

Les particules PM10 apparaissent comme le polluant le plus problématique sur le département (seuil d'alerte dépassé régulièrement).
En 2021, le département a connu 2 épisodes de pollution aux PM10 (2 dépassements du seuil d'information).

9.5. Données Atmo Normandie

9.5.1. Mesures réalisées par Atmo Normandie

La localisation et les caractéristiques des stations Atmo Normandie les plus proches du projet sont fournies en tableau et figure suivants.

Tableau 8 : Caractéristiques des stations de mesure ATMO Normandie

STATIONS	Type station	Localisation	Distance projet	Polluants mesurés
Le Petit Quevilly – Sud III	Trafic	3 Bis Rue de la République 76140 Le Petit Quevilly	910 m au nord-ouest	• NOx, NO, NO_2 • PM10 • BTEX
Rouen Centre (Palais de Justice)	Urbaine	Rue Saint Lo 76000 Rouen	2,4 km au nord-est	• NOx, NO, NO_2 • PM10, PM2,5 • O_3 • BTEX
Rouen Quai de Paris	Trafic	19 Quai de Paris 76000 Rouen	2,3 km au nord-est	• NOx, NO, NO_2 • PM10, PM2,5 • BTEX • CO
Centre Hospitalier Specialise du Rouvray	Urbaine	4 rue Paul Éluard 76300 Sotteville-lès-Rouen	3,5 km au sud-est	• NOx, NO, NO_2 • O_3 • PM10 (depuis 2021)

Avertissement :

- Les stations 'de fond' ne sont pas directement influencées par une source locale identifiée. Elles permettent une mesure d'ambiance générale de la pollution dite 'de fond' (**pollution à laquelle la population est soumise en permanence**), représentative d'un large secteur géographique autour d'elles.
- Les stations 'Trafic' mesurent la pollution dans des lieux proches des voies de circulation (voies rapides, carrefours, routes nationales, ...). Les niveaux mesurés à ces endroits correspondent au risque d'exposition maximum pour le piéton, le cycliste ou l'automobiliste. La représentativité des mesures est locale et est variable selon la configuration topographique et la nature du trafic.

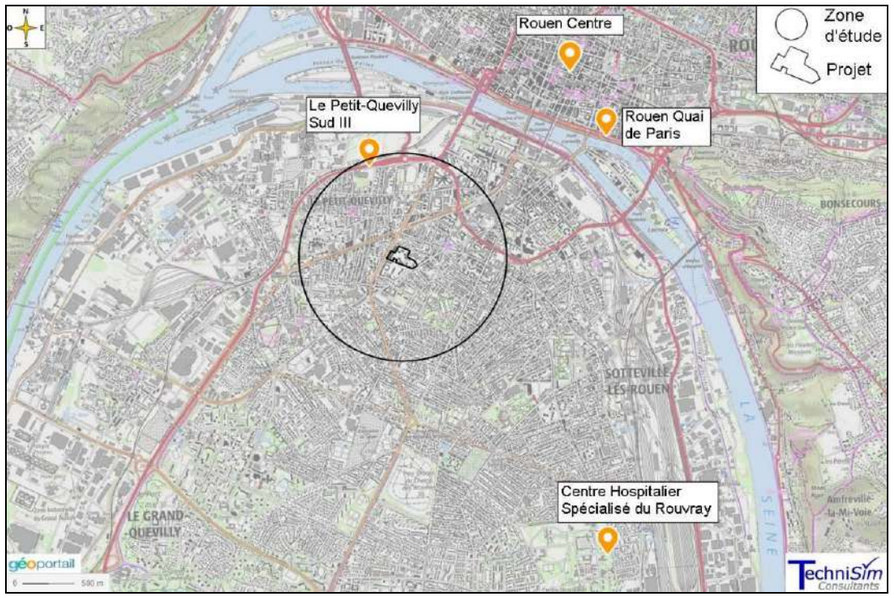


Figure 18 : Localisation des stations de mesure ATMO Normandie par rapport au projet

Ces stations ne permettent pas de renseigner sur la qualité de l'air de la zone d'étude. Nonobstant, elles informent des tendances prévalant dans le contexte du projet.

Note : Les résultats des mesures de l'Aasqa figurent dans les tableaux fournis en annexe.

Il est utile de préciser que l'OMS a révisé ses seuils de référence pour les principaux polluants atmosphériques en septembre 2021.[11]
Les seuils de référence deviennent plus exigeants, en vue de réduire les effets de la pollution de l'air ambiant sur la santé (cf. ci-dessous).

En moyenne annuelle	Depuis 09/21	*Avant*
NO_2 (µg/m³)	**10**	*40*
PM10 (µg/m³)	**15**	*20*
PM2,5 (µg/m³)	**5**	*10*

[11] https://www.santepubliquefrance.fr/les-actualites/2021/pollution-de-l-air-l-oms-revise-ses-seuils-de-reference-pour-les-principaux-polluants-atmospheriques

D'après les mesures d'ATMO Normandie, il est observé que depuis 2017 :
-Les concentrations moyennes annuelles en **dioxyde d'azote** sont inférieures au seuil réglementaire de 40 µg/m³ chacune année pour les stations de fond urbain « Rouen Centre et Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray », et depuis 2020 pour les stations trafic « Le Petit Quevilly Sud III » et « Rouen Quai de Paris ». La ligne directrice de l'OMS de 10 µg/m³ en moyenne annuelle est dépassée chaque année pour toutes les stations. Le seuil d'information-recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire) est respecté chaque année, excepté en 2017 et 2018 pour la station « Le Petit Quevilly Sud III ». La nouvelle recommandation journalière de l'OMS est systématiquement largement dépassée pour toutes les stations.
-Les concentrations moyennes annuelles **en particules PM10** sont inférieures au seuil réglementaire de 40 µg/m³ chaque année pour toutes les stations. Cependant, la ligne directrice de l'OMS de 15 µg/m³ est dépassée chaque année (excepté en 2020 pour la station Rouen Centre). Le nombre de jours où les concentrations moyennes journalières sont supérieures au seuil journalier (50 µg/m³ en moyenne journalière) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels chaque année. La nouvelle recommandation journalière de l'OMS est systématiquement dépassée pour toutes les stations.
-Pour les **particules PM2,5**, la valeur limite en moyenne annuelle est respectée pour toutes les stations chaque année, mais la nouvelle ligne directrice annuelle de l'OMS est systématiquement dépassée. La nouvelle recommandation journalière de l'OMS (15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) est systématiquement largement dépassée chaque année.
-Le seuil de protection de la santé pour l'**ozone** (120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h) est dépassé chaque année.
-Les concentrations en **monoxyde de carbone** respectent largement la valeur réglementaire.
-Les concentrations en **BTEX** sont très faibles. La valeur limite et l'objectif de qualité pour le **benzène** sont largement respectés.

9.5.2. Indice ATMO

L'indice français de la qualité de l'air est l'indice « ATMO ». L'arrêté du 10 juillet 2020 (NOR : TRER2017892A) modifiant l'indice a été publié le 29/07/2020 et abroge l'arrêté de 2004. Ce texte et le nouvel indice sont entrés en vigueur le 1er janvier 2021.

Le nouveau calcul de l'indice ATMO tient compte des PM2,5[12] qui pénètrent plus facilement à travers les barrières physiques de l'organisme humain et impactent la santé, et non plus uniquement celles inférieures à 10 microns (PM10) comme auparavant. De plus, il permet de fournir une prévision calculée à l'échelle de chaque établissement public de coopération intercommunale (EPCI) (et non plus uniquement sur les agglomérations de 100 000 habitants), sur l'ensemble du territoire national, y compris Outre-Mer. Il apporte ainsi une indication plus fine sur l'exposition de la population à la pollution de l'air, avec une information à différentes échelles territoriales, de l'EPCI à la géolocalisation.

Le nouvel indice ATMO qualifie l'état de l'air selon 6 classes : Bon / Moyen / Dégradé / Mauvais / Très mauvais / Extrêmement mauvais.
Le code couleur s'étend du bleu (bon) au magenta (extrêmement mauvais).
Chaque indice est composé de 5 sous-indices étant respectivement représentatif d'un polluant de l'air :

- Particules fines inférieures à 10 µm (PM10) ;
- Particules fines inférieures à 2,5 µm (PM2,5) ;
- Ozone (O_3) ;
- Dioxyde d'azote (NO_2) ;
- Dioxyde de soufre (SO_2).

La figure suivante représente les seuils et les couleurs du nouvel indice.

		Bon	Moyen	Dégradé	Mauvais	Très mauvais	Extrêmement mauvais
Moyenne journalière	PM2.5	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	>75
Moyenne journalière	PM10	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	>150
Max horaire journalier	NO2	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	>340
Max horaire journalier	O3	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	>380
Max horaire journalier	SO2	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	>750

Figure 19 : Seuils et couleurs du nouvel indice ATMO entré en vigueur le 1er janvier 2021

[12] https://atmo-france.org/un-nouvel-indice-atmo-plus-clair-et-precis/

L'indice caractérisant la qualité globale de l'air de la journée considérée est égal au sous-indice le plus dégradé.

Cet indice agit comme un thermomètre, avec une nouvelle graduation : il procure une représentation différente de la qualité de l'air. La prise en compte des particules fines PM2,5 et les changements de seuils permettent de mieux décrire la qualité de l'air.
Nonobstant, le nouvel indice ATMO considère les polluants individuellement et ne tient pas compte des effets cocktails de plusieurs polluants. Il s'agit d'une représentation simplifiée de la qualité de l'air qui se fonde sur des prévisions journalières et comporte une marge d'incertitude (à l'image des bulletins météorologiques).
En corollaire, ce qui peut apparaître comme une augmentation du nombre de jours avec une qualité de l'air moyenne, dégradée, mauvaise ou très mauvaise, découle du changement de la méthode de calcul, de l'intégration des PM2,5, et de nouveaux seuils.
Cela ne résulte pas en l'occurrence d'une dégradation de la qualité de l'air qui tend à s'améliorer depuis vingt ans.

L'historique du nouvel indice ATMO pour la commune de Rouen sur un an glissant (du 10 mai 2021 au 09 mai 2022) est fourni en figure suivante.

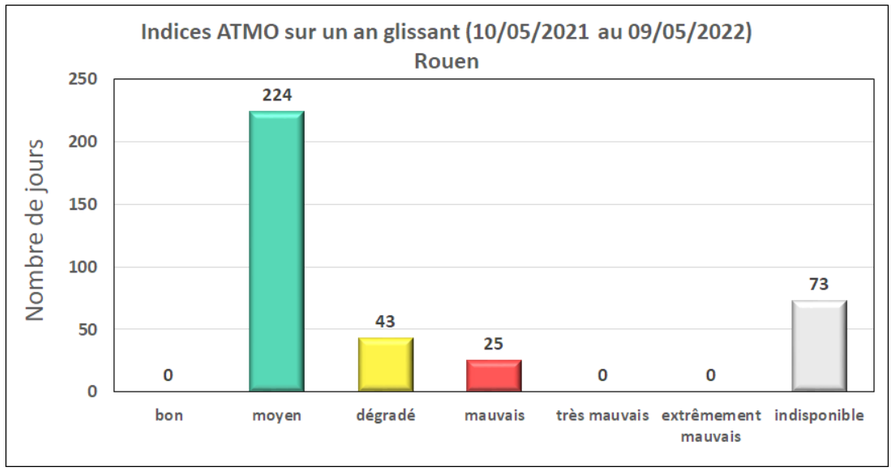


Figure 20 : Répartition des indices ATMO pour la commune de Rouen sur un an glissant – 10 mai 2021 au 09 mai 2022 (source : Atmo France**)**

Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air sur un an glissant pour la commune de Rouen peut être qualifiée de « Moyenne » 61,4 % de l'année, « Dégradée » 11,8 % de l'année et « Mauvaise » 6,8 % de l'année. Les données étant indisponibles sur 20 % de l'année ces proportions sont à prendre avec précaution.

9.5.3. Modélisations Atmo Normandie aux abords du projet

Les planches suivantes informent sur les teneurs en PM10 et NO_2 modélisées par Atmo Normandie aux abords du projet pour l'année 2020.

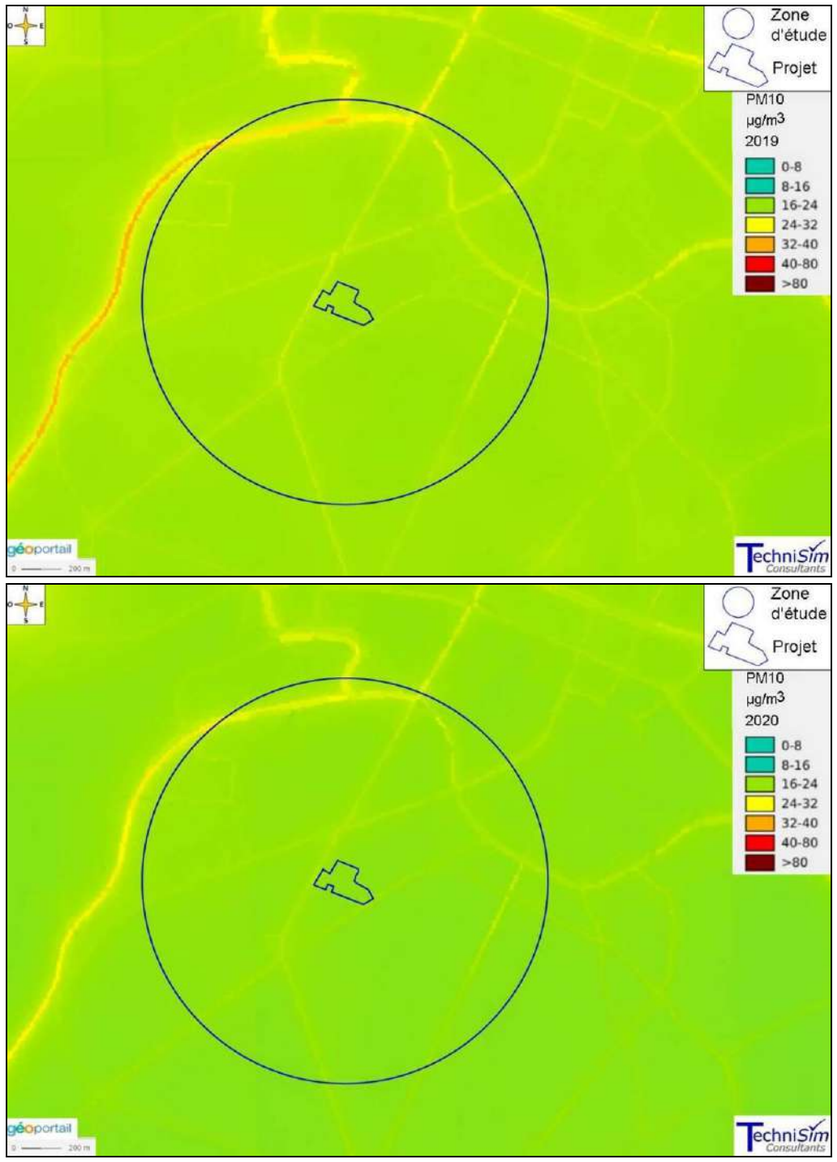


Figure 21 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10, en 2019 (en haut) et en 2020 (en bas)(source : Atmo Normandie**)**

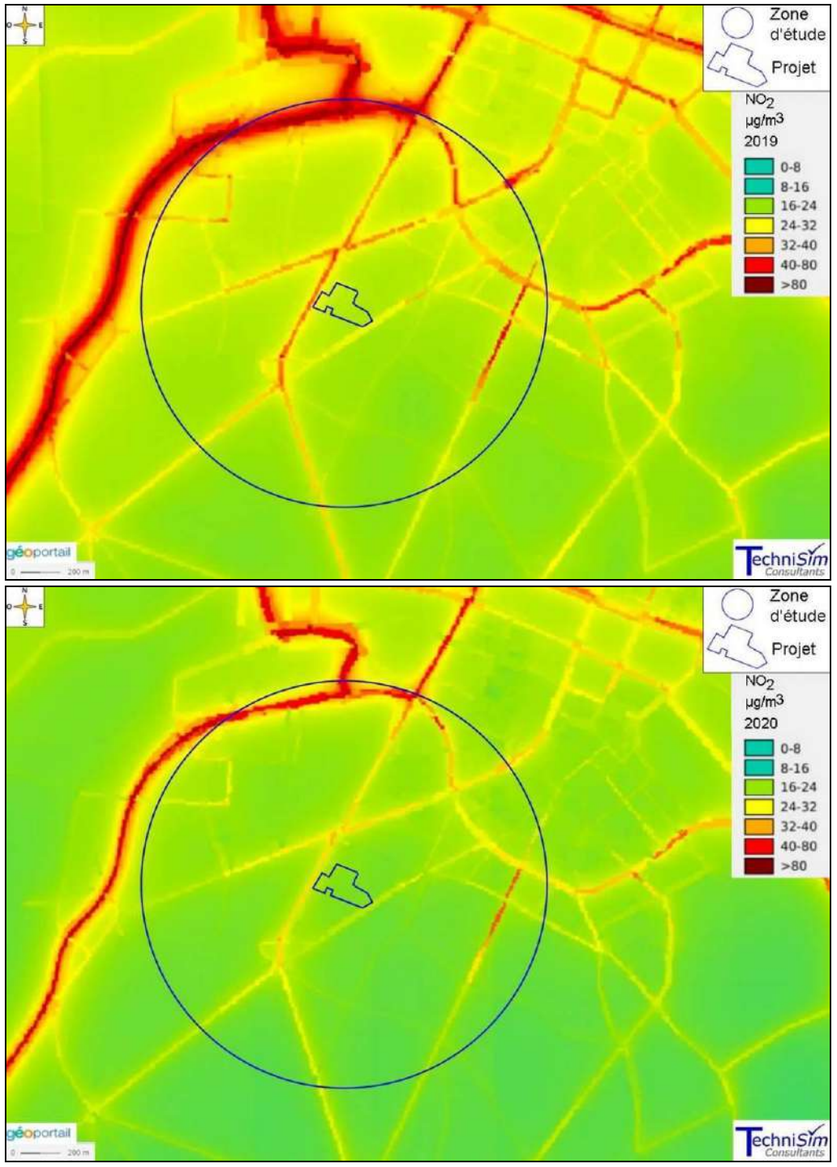


Figure 22 : Cartographie de la modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO_2, en 2019 (en haut) et en 2020 (en bas)(source : Atmo Normandie**)**

Aucun dépassement réglementaire ne semble constaté sur l'emprise du projet que ce soit pour les particules PM10 ou le dioxyde d'azote NO_2.
Des dépassements des valeurs réglementaires en NO_2 sont toutefois modélisés au niveau de la N338 au nord de la zone d'étude et plus généralement sur les voies à fort trafics.

❖ **Carte Diagnostic Air**

En partenariat avec Atmo Normandie, la Métropole Rouen Normandie[13] a réalisé une modélisation du risque de dépassement des seuils européens et des recommandations de l'OMS (référence 2005) à partir des données de 5 années (2014 à 2018) et pour les 3 polluants principaux : NO_2, PM10 et PM2.5 en moyenne annuelle (cf. figure page suivante).

Ce type de carte permet d'identifier rapidement les points noirs de pollution, les zones en dépassement réglementaire ou bien les zones proches des valeurs limites. Basées sur 5 ans de données, elle s'affranchit des variations météorologiques qui peuvent influencer les concentrations.
La localisation des Établissements Recevant du Public (ERP) peut être croisée avec cette carte afin de déterminer lesquels sont installés dans les zones en dépassement. Il est possible d'utiliser ces cartes dans le cas de l'implantation d'une nouvelle école, d'un établissement hospitalier ou d'une maison de retraite afin d'éviter de soumettre des personnes sensibles à une altération de la qualité de l'air. Dans le cas d'établissements existants en zone dégradée, des actions de sensibilisation des usagers peuvent être mises en œuvre afin de réduire leur exposition : sur les modes d'accès, la ventilation, …

Si l'on considère la Carte Diagnostic Air, l'emprise projet est localisée en zone en dépassement des recommandations OMS [référence 2005] en moyennes annuelles et donc a fortiori en dépassement des recommandations OMS [référence 2021].

[13] https://www.metropole-rouen-normandie.fr/qualite-de-lair
https://www.metropole-rouen-normandie.fr/sites/default/files/documents/ZFE/CDA_MRN_GENERAL-v2.jpg

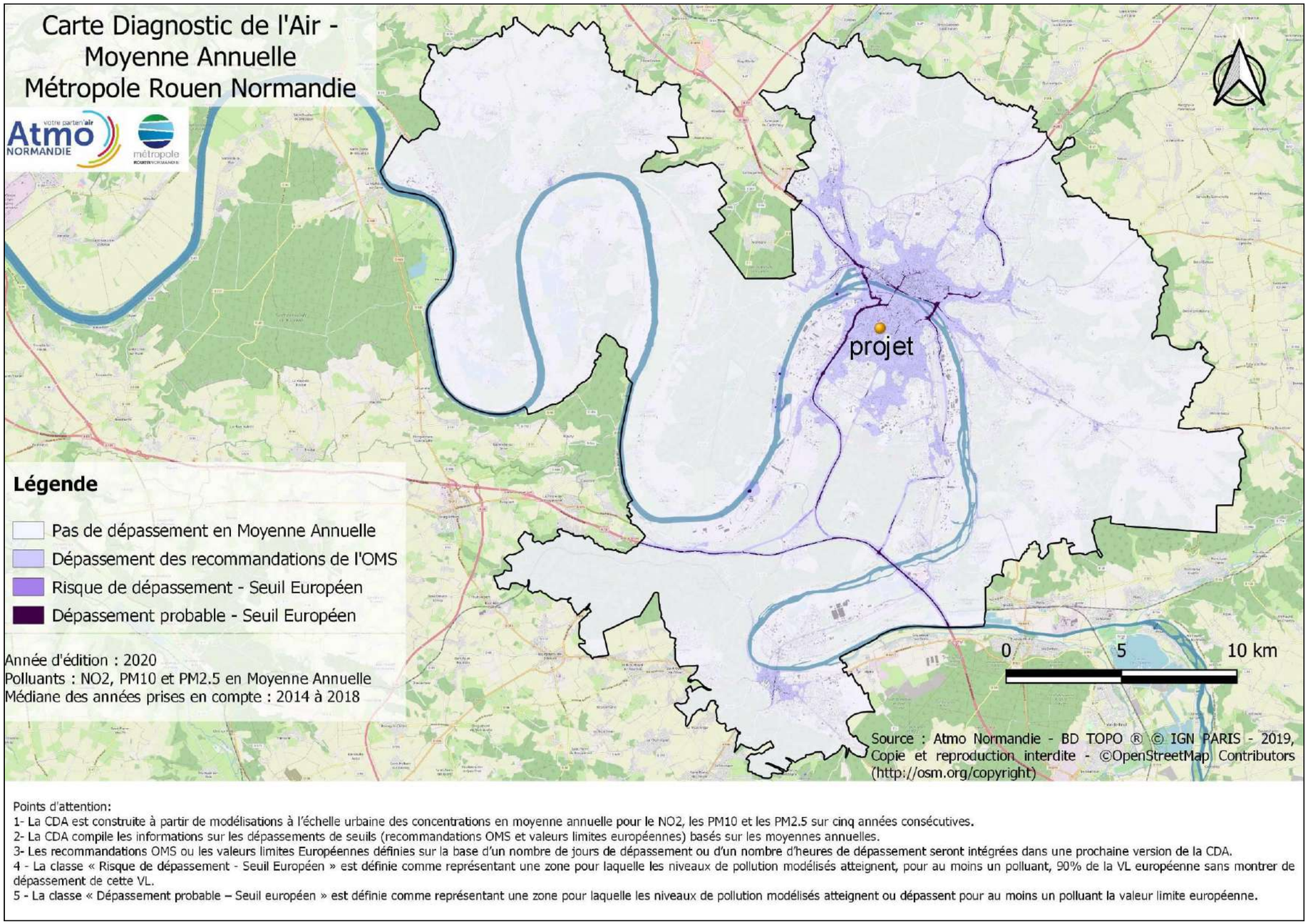


Figure 23 : Carte Diagnostic de l'Air édition 2020 – Moyenne annuelle Métropole Rouen Normandie – Seuils OMS référence 2005 (Source : Métropole Rouen Normandie / Atmo Normandie**)**

9.6. EXPOSITION DE LA POPULATION

L'exposition chronique correspond à la qualité de l'air à laquelle les populations sont exposées tout au long de l'année.

La commune de Rouen appartient à la Zone de Surveillance Agglomérée « ZAG Rouen » (cf. figure suivante).

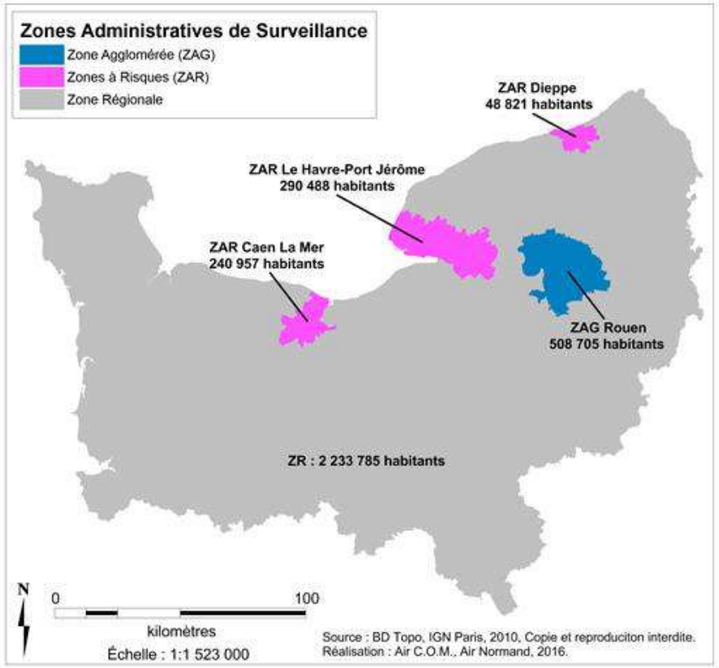
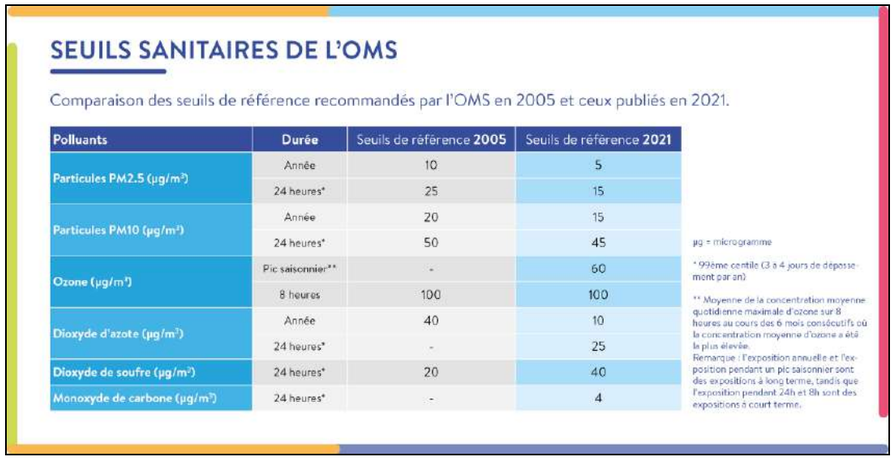


Figure 24 : Zones administratives de surveillance de la qualité de l'air en Normandie (Source : Atmo Normandie**)**

Selon les estimations Atmo Normandie, 688 habitants étaient exposés à des concentrations en NO_2 dépassant la teneur réglementaire annuelle en 2018 (555 en 2017). Aucun habitant n'est exposé à un dépassement de la valeur réglementaire annuelle pour les PM10.

❖ **Impact de l'abaissement des seuils OMS sur l'exposition de la population**

La pollution atmosphérique constitue l'une des principales menaces environnementales pour la santé. Améliorer la qualité de l'air en réduisant notamment les émissions permet d'atténuer les changements climatiques et préserve la santé des populations.
L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a présenté de nouvelles recommandations sanitaires concernant les principaux polluants de l'air, le mercredi 22 septembre 2021. Par ces nouvelles valeurs, l'OMS met en lumière l'exposition de la population à la pollution, et alerte sur les mesures à mettre en place afin de réduire la pollution issue des activités humaines.
Ces nouvelles lignes directrices de l'OMS viennent remplacer celles présentées en 2005 (cf. figure suivante).



SEUILS SANITAIRES DE L'OMS

Comparaison des seuils de référence recommandés par l'OMS en 2005 et ceux publiés en 2021.

Polluants	Durée	Seuils de référence 2005	Seuils de référence 2021
Particules PM2.5 (µg/m³)	Année	10	5
	24 heures*	25	15
Particules PM10 (µg/m³)	Année	20	15
	24 heures*	50	45
Ozone (µg/m³)	Pic saisonnier**	-	60
	8 heures	100	100
Dioxyde d'azote (µg/m³)	Année	40	10
	24 heures*	-	25
Dioxyde de soufre (µg/m³)	24 heures*	20	40
Monoxyde de carbone (µg/m³)	24 heures*	-	4

µg = microgramme

* 99ème centile (3 à 4 jours de dépassement par an)

** Moyenne de la concentration moyenne quotidienne maximale d'ozone sur 8 heures au cours des 6 mois consécutifs où la concentration moyenne d'ozone a été la plus élevée.
Remarque : l'exposition annuelle et l'exposition pendant un pic saisonnier sont des expositions à long terme, tandis que l'exposition pendant 24h et 8h sont des expositions à court terme.

Figure 25 : Comparaison des seuils de référence OMS 2005 et 2021 pour la qualité de l'air

Les lignes directrices mondiales de l'OMS sur la qualité de l'air ne sont pas juridiquement contraignantes. Elles accordent aux décideurs d'orienter la réglementation en vigueur au sein des États ainsi que les politiques publiques mises en œuvre. En France, les valeurs réglementaires pour la qualité de l'air sont une déclinaison des directives européennes. Elles devraient être revues prochainement. Ces valeurs réglementaires ne sont pas forcément calquées sur les seuils sanitaires définis par l'OMS. Ces préconisations rappellent l'importance d'une meilleure qualité de l'air pour la santé sans oublier que les changements climatiques et la pollution atmosphérique figurent parmi les principales menaces environnementales.

Atmo Normandie n'a pas publié d'estimation de l'impact de l'abaissement des seuils OMS sur l'exposition de la population régionale.

9.7. SYNTHÈSE

Département de la Seine-Maritime
À l'échelle du département de Seine-Maritime, les déclenchements du seuil d'*information-recommandations* et d'*alerte* sont récurrents pour les PM10 et l'ozone, et ponctuels pour le dioxyde de soufre en raison de pollution industrielle pour ce dernier.
Les particules PM10 apparaissent comme le polluant le plus problématique sur le département (seuil d'alerte dépassé régulièrement).
En 2021, le département a connu 2 épisodes de pollution aux PM10 (2 dépassements du seuil d'information).

D'après les mesures d'ATMO Normandie, il est observé que depuis 2017 :
-Les concentrations moyennes annuelles en **dioxyde d'azote** sont inférieures au seuil réglementaire de 40 µg/m^3 chacune année pour les stations de fond urbain « Rouen Centre et Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray », et depuis 2020 pour les stations trafic « Le Petit Quevilly Sud III » et « Rouen Quai de Paris ». La ligne directrice de l'OMS de 10 µg/m^3 en moyenne annuelle est dépassée chaque année pour toutes les stations. Le seuil d'information-recommandations (200 µg/m^3 en moyenne horaire) est respecté chaque année, excepté en 2017 et 2018 pour la station « Le Petit Quevilly Sud III ». La nouvelle recommandation journalière de l'OMS est systématiquement largement dépassée pour toutes les stations.
-Les concentrations moyennes annuelles **en particules PM10** sont inférieures au seuil réglementaire de 40 µg/m^3 chaque année pour toutes les stations. Cependant, la ligne directrice de l'OMS de 15 µg/m^3 est dépassée chaque année (excepté en 2020 pour la station Rouen Centre). Le nombre de jours où les concentrations moyennes journalières sont supérieures au seuil journalier (50 µg/m^3 en moyenne journalière) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels chaque année. La nouvelle recommandation journalière de l'OMS est systématiquement dépassée pour toutes les stations.
-Pour les **particules PM2,5**, la valeur limite en moyenne annuelle est respectée pour toutes les stations chaque année, mais la nouvelle ligne directrice annuelle de l'OMS est systématiquement dépassée. La nouvelle recommandation journalière de l'OMS (15 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) est systématiquement largement dépassée chaque année.
-Le seuil de protection de la santé pour l'**ozone** (120 µg/m^3 pour le max journalier de la moyenne sur 8h) est dépassé chaque année.
-Les concentrations en **monoxyde de carbone** respectent largement la valeur réglementaire.
-Les concentrations en **BTEX** sont très faibles. La valeur limite et l'objectif de qualité pour le **benzène** sont largement respectés.

Zone de Surveillance de la qualité de l'air « ZAG de Rouen »

Selon les estimations Atmo Normandie, 688 habitants étaient exposés à des concentrations en NO_2 dépassant la teneur réglementaire annuelle en 2018 (555 en 2017). Aucun habitant n'est exposé à un dépassement de la valeur réglementaire annuelle pour les PM10.

Commune de Rouen
Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air sur un an glissant (10 mai 2021 au 09 mai 2022) pour la commune de Rouen peut être qualifiée de « Moyenne » 61,4 % de l'année, « Dégradée » 11,8 % de l'année et « Mauvaise » 6,8 % de l'année. Les données étant indisponibles sur 20 % de l'année ces proportions sont à prendre avec précaution.

Zone d'étude
La zone d'étude du projet est incluse dans la Zone Sensible pour la Qualité de l'Air au sens du SRCAE et est couverte par le Plan de Protection de l'Atmosphère de Haute-Normandie

Aucun dépassement réglementaire ne semble constaté sur l'emprise du projet que ce soit pour les particules PM10 ou le dioxyde d'azote NO_2.
Des dépassements des valeurs réglementaires en NO_2 sont toutefois modélisés au niveau de la N338 au nord de la zone d'étude et plus généralement sur les voies à fort trafics.
Cependant, selon la Carte Diagnostic Air, l'emprise projet est localisée en zone en dépassement des recommandations OMS [référence 2005] en moyennes annuelles et donc a fortiori en dépassement des recommandations OMS [référence 2021].

10. ANALYSE DES DONNÉES SANITAIRES

10.1. IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

La pollution de l'air peut avoir des effets divers selon les facteurs d'exposition ci-dessous :

- La durée d'exposition : hétérogène dans le temps et l'espace, elle dépend notamment des lieux fréquentés par l'individu et des activités accomplies ;
- La sensibilité individuelle : l'état de santé et les antécédents pathologiques, qui vont modifier la sensibilité vis-à-vis de la pollution atmosphérique, sont différents pour chaque individu ;
- La concentration des polluants ;
- La ventilation pulmonaire.

Il convient de distinguer deux types d'impact de l'exposition à la pollution atmosphérique sur la santé :

- les impacts à <u>court terme</u> qui surviennent dans des délais brefs (quelques jours) après l'exposition et qui sont à l'origine de troubles tels que : irritations oculaires ou des voies respiratoires, crises d'asthme, exacerbation de troubles cardio-vasculaires et respiratoires pouvant conduire à une hospitalisation, et dans les cas les plus graves au décès.
- les impacts à <u>long terme</u> qui résultent d'une exposition sur plusieurs années et qui peuvent être définis comme la contribution de l'exposition à la pollution atmosphérique au développement ou à l'aggravation de maladies chroniques telles que : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques, troubles du développement, etc.

De manière générale, les populations les plus exposées vivent dans les centres urbains, proches des grands axes ou à proximité de sites industriels près desquels l'effet "cocktail" (mélange de polluants) est le plus important.

❖ **<u>Cas des pics de pollution</u>**

D'un point de vue épidémiologique, il n'existe pas de définition des épisodes de pollution, les études épidémiologiques retrouvant une relation linéaire entre exposition à la pollution urbaine et effets sanitaires. Enfin, il faut noter qu'il n'existe pas de seuils en-deçà duquel aucun effet sur la santé ne serait observé au niveau populationnel.

Ainsi, les épisodes de pollution atmosphérique sont définis par le dépassement de concentrations en polluants au-delà de seuils fixés par les réglementations françaises et européennes. Les seuils d'information et d'alerte visent à informer, à promouvoir des comportements adaptés et à protéger la population.

Comme pour l'exposition aux niveaux habituels, les effets les plus courants observés lors de pics de pollution sont la toux, l'hypersécrétion nasale, l'expectoration, l'essoufflement, l'irritation nasale, des yeux et de la gorge… Ces effets à court terme peuvent a priori être ressentis par une part de la population d'autant plus importante que les concentrations sont élevées. Ces manifestations ne nécessitent généralement pas un recours aux soins et ne peuvent être appréhendées que par des enquêtes ad hoc auprès de la population. Des effets plus graves et moins fréquents, respiratoires ou cardiovasculaires, correspondant à la décompensation de pathologies chroniques, peuvent aussi apparaître et conduire à une consultation aux urgences, à l'hospitalisation, voire au décès.

La pollution de l'air s'avère donc un enjeu fort de santé publique : problèmes respiratoires, cardiovasculaires et maladies chroniques.
Remarque importante : le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé en 2013 la pollution atmosphérique et les matières particulaires contenues dans la pollution atmosphérique comme cancérogènes pour l'Homme (groupe 1)[14].

10.1.1. Morbidité et coûts associés

D'une manière générale, la pollution atmosphérique peut induire des effets respiratoires ou cardiovasculaires tels que :

- Augmentation des affections respiratoires : bronchiolites, rhino-pharyngites, etc.
- Dégradation de la fonction ventilatoire : baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme.
- Hypersécrétion bronchique.
- Augmentation des irritations oculaires.
- Augmentation de la morbidité cardio-vasculaire (particules fines).
- Dégradation des défenses de l'organisme aux infections microbiennes.
- Incidence sur la mortalité :
  - À court terme pour affections respiratoires ou cardio-vasculaires (dioxyde de soufre et particules fines ;
  - À long terme par effets mutagènes et cancérigènes (particules fines, benzène).

[14] https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/air-exterieur-et-pollution-atmospherique

À propos de la France, une étude du Commissariat Général au Développement Durable[15] détermine les coûts pour le système de soins compris entre 0,9 et 1,8 milliards d'euros par an pour cinq maladies respiratoires et hospitalisations attribuables à la pollution de l'air :

- Broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), estimées entre 123 et 186 millions €/an.
- Bronchites chroniques, estimées à 72 millions €/an.
- Bronchites aiguës, estimées à 171 millions €/an.
- Asthme, estimé entre 315 millions et 1,10 milliard €/an.
- Cancers, estimés entre 50 et 131 millions €/an.
- Hospitalisations, estimées à 155 millions €/an.

L'enjeu économique se montre important puisque la pollution de l'air coûte chaque année près de 100 milliards d'euros à la France (soit deux fois plus que le tabac).

10.1.2. Mortalité

Les effets de la pollution sur la santé sont conséquents. Ainsi, une étude[16] de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) indique, pour l'année 2019, les nombres de décès prématurés en Europe (41 états) et pour chaque pays européen, dus aux différents polluants atmosphériques.
Le tableau suivant fait état des estimations des décès prématurés pour l'Europe (41 états) et la France en 2019, en fonction des polluants atmosphériques.

Tableau 9 : Estimation du nombre de décès prématurés induits par une exposition aux différents polluants atmosphériques pour l'année 2019 et nombre d'année de vie perdues attribuables à la pollution atmosphérique en Europe et en France (Source : EEA Air quality in Europe 2021**)**

	Nombre de décès prématurés en 2019		Nombre d'années de vies perdues attribuables	
POLLUANTS	**Europe**	**France**	**Europe**	**France**
PM2,5	373 000	29 800	4 068 000 (752 ans/100 000 hab.)	354 100 (544 ans/100 000 hab.)
NO_2	47 700	4 970	512 800 (95 ans/100 000 hab.)	59 100 (91 ans/100 000 hab.)
O_3	19 070	2 050	215 100 (40 ans/100 000 hab.)	25 800 (40 ans/100 000 hab.)

Dans une étude publiée en 2016, portant sur la période 2007-2008, Santé Publique France[17] estimait à plus de 48 000 le nombre de décès annuels prématurés ayant pour cause l'exposition aux particules fines PM2,5, ce qui correspondait à une perte d'espérance de vie estimée à 9 mois pour une personne âgée de 30 ans. Le pourcentage évitable de décès était de 9 % pour un scénario sans pollution anthropique aux particules fines.

Une actualisation publiée en 2021 de cette étude portant sur la période 2016-2019 a encore été réalisée par Santé Publique France[18].
Les résultats de cette actualisation soulignent le fait que le fardeau ou poids total demeure conséquent avec près de 40 000 décès annuels attribuables à l'exposition aux PM2,5 et près de 7 000 décès attribuables à l'exposition au NO_2, représentant respectivement 7 % et 1 % de la mortalité totale annuelle.
Cela représente en moyenne une perte d'espérance de vie de 7,6 mois en raison d'une exposition aux PM2,5, et de 1,6 mois en raison d'une exposition au NO_2 pour les personnes âgées de 30 ans et plus, soit respectivement 491 797 et 106 354 années de vie gagnées au total. Une part importante de cet impact en termes de mortalité et d'espérance de vie se concentre dans les communes appartenant à une unité urbaine de plus de 100 000 habitants.
Les estimations respectives attribuables à une exposition de la population à chaque indicateur de pollution ne sont pas additionnables intégralement, car une partie des décès peut être attribuée à l'exposition conjointe à ces deux polluants.

[15] CGDD - « *Estimation des coûts pour le système de soins français de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations attribuables à la pollution de l'air* » - Avril 2015
[16] https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021

[17] Santé publique France – « *Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique* » - Juin 2016 – ISSN : 1958-9719
[18] Santé publique France – « *impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine - Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019* » - Avril 2021 - ISSN : 2609-2174
https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambiant-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais

Les planches ci-après représentent le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %).

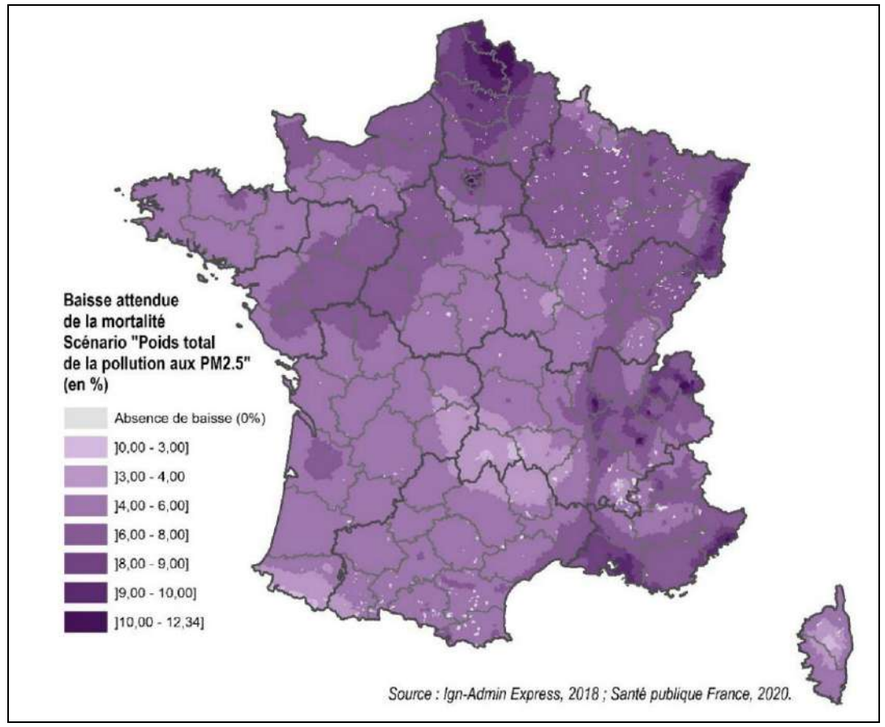


Figure 26 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

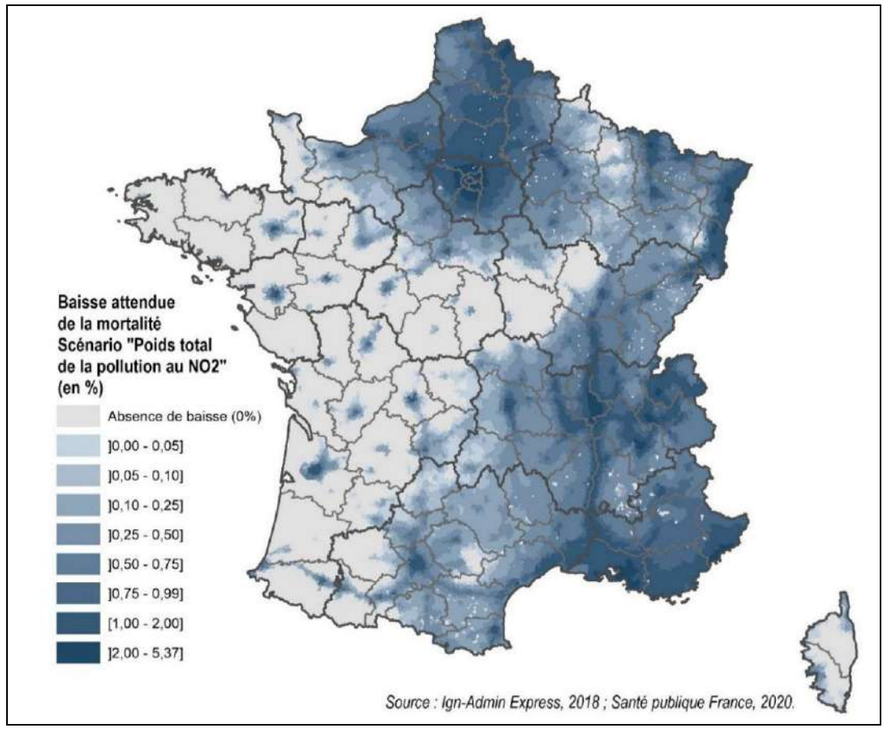


Figure 27 : Poids total de l'exposition à long terme au NO_2 sur la mortalité de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

La planche suivante représente le poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (en %) en France métropolitaine.

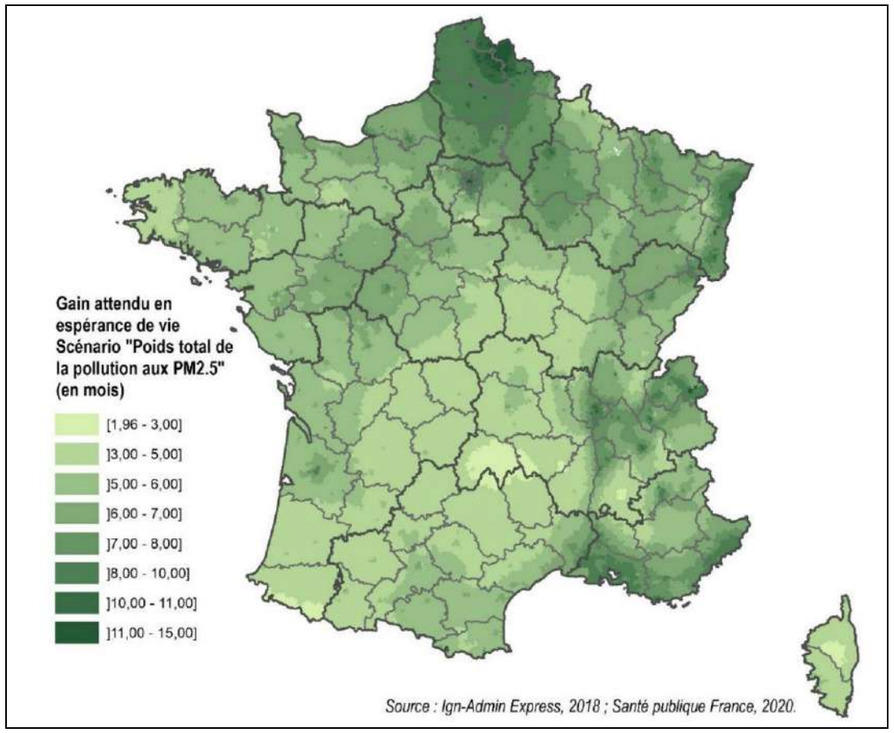


Figure 28 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 sur l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus à l'échelle communale, du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 en France métropolitaine (en %) (source : Santé Publique France**)**

Le tableau immédiatement suivant précise les estimations du poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (Intervalle de confiance de 95 %) par classe d'urbanisation des communes.

Tableau 10 : Poids total de l'exposition à long terme aux PM2,5 et au NO_2 sur la mortalité et l'espérance de vie de la population âgée de 30 ans et plus en France métropolitaine du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évitables	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (mois)	Nombre total d'années vie gagnées
$PM_{2,5}$	Rurales (< 2 000 hab)	7 836 [2 793 ; 12 278]	5,9	5,9 [2,1 ; 9,4]	75 931 [26 562 ; 121 035]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	7 534 [2 688 ; 11 793]	6,3	6,3 [2,2 ; 10,0]	60 671 [21 224 ; 96 713]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	5 721 [2 044 ; 8 945]	6,6	6,9 [2,4 ; 11,0]	55 641 [19 464 ; 88 699]
	Urbaines (> 100 000 hab)	18 450 [6 635 ; 28 675]	8,4	8,7 [3,0 ; 13,9]	299 554 [104 636 ; 478 306]
	France métropolitaine	**39 541 [14 160 ; 61 690]**	**7,1**	**7,6 [2,6 ; 12,1]**	**491 797 [171 886 ; 784 752]**
NO_2	Rurales (< 2 000 hab)	451 [159 ; 719]	0,3	0,4 [0,1 ; 0,6]	4 991 [1 749 ; 7 972]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	596 [210 ; 950]	0,5	0,6 [0,2 ; 0,9]	5 510 [1 931 ; 8 801]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	633 [223 ; 1 007]	0,7	0,8 [0,3 ; 1,3]	6 593 [2 311 ; 10 530]
	Urbaines (> 100 000 hab)	5 110 [1 809 ; 8 087]	2,3	2,6 [0,9 ; 4,1]	89 260 [31 276 ; 142 635]
	France métropolitaine	**6 790 [2 400 ; 10 763]**	**1,2**	**1,6 [0,6 ; 2,6]**	**106 354 [37 268 ; 169 939]**

À l'égard de la commune de Rouen (classifiée en commune urbaine, selon santé publique France, compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme :
*aux PM2,5 — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois.
*au NO_2 — est à l'origine de 2,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 2,6 mois.

Impact de la pollution de l'air ambiant : réduction sur la mortalité en France métropolitaine en lien avec le confinement du printemps 2020

Le 16 mars 2020, afin de lutter contre la première vague de Covid-19, un confinement strict en France était décidé, créant une situation environnementale jamais observée. Cette mesure a en effet permis un ralentissement massif de l'activité et de la circulation de la population, conduisant à mesurer en conditions réelles l'efficacité de baisses importantes des émissions de polluants atmosphériques.
Santé publique France a estimé *a posteriori* sur la mortalité les conséquences des baisses de la pollution de l'air ambiant observées durant ce premier confinement.

Les résultats de l'évaluation quantitative d'impact sur la santé (EQIS) montrent que les bénéfices d'une moindre exposition à la pollution de l'air ambiant durant le premier confinement peuvent être évalués à environ :

- 2 300 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition aux particules PM2,5, dont les sources sont multiples et qui représentent la pollution dite de fond.
- 1 200 décès évités en lien avec une diminution de l'exposition au dioxyde d'azote (NO_2), liée principalement au trafic routier.

Ces bénéfices sont en majorité dus à des effets évités à plus long terme (diminution de la contribution de la pollution au développement de pathologies conduisant au décès), et dans une moindre mesure à des effets évités à court terme (décompensation de pathologies préexistantes).
Ces résultats mettent en évidence qu'une action volontariste sur la réduction des émissions de polluants dans l'air se traduit par une diminution sensible de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé, et la mortalité en particulier.

Les tableaux suivants présentent les résultats détaillés de cette évaluation pour le scénario à court terme et le scénario à long terme.

<u>Scénario 1</u> : IMPACT À COURT TERME (Tous âges ; PM10 et NO_2)
Impact à court terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations journalières de pollution de l'air ambiant occasionnée par les restrictions d'activité et modélisée à partir d'hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.
Périodes d'étude : -Confinement strict : 16 mars au 11 mai 2020
-Déconfinement progressif : 11 mai au 22 juin 2020
-Période totale : 16 mars au 22 juin 2020

Tableau 11 : Impact des PM10 et du NO_2 à court terme sur la mortalité en France métropolitaine du 16 mars au 22 juin 2020 (IC95%)

		PM_{10}		NO_2	
	Classe d'urbanisation	**Nombre de décès évités**	**Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)**	**Nombre de décès évités**	**Pourcentage de la mortalité sur la période d'étude (%)**
Confinement strict (16 mars au 11 mai 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	13 [6 ; 21]	0,07	41 [22 ; 60]	0,2
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	12 [5 ; 19]	0,07	43 [23 ; 63]	0,3
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	9 [4 ; 14]	0,07	35 [19 ; 52]	0,3
	Urbaines (> 100 000 hab)	27 [12 ; 43]	0,09	124 [66 ; 182]	0,4
	France métropolitaine	**61 [26 ; 97]**	**0,08**	**243 [130 ; 357]**	**0,3**
Déconfinement progressif (11 mai au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [2 ; 9]	0,04
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	2 [0 ; 3]	0,01	6 [3 ; 9]	0,1
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	1 [0 ; 2]	0,01	5 [2 ; 8]	0,1
	Urbaines (> 100 000 hab)	3 [0 ; 6]	0,01	22 [9 ; 35]	0,1
	France métropolitaine	**8 [1 ; 14]**	**0,01**	**39 [16 ; 61]**	**0,1**
Période totale (16 mars au 22 juin 2020)	Rurales (< 2 000 hab)	15 [6 ; 24]	0,04	47 [24 ; 69]	0,1
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	14 [5 ; 22]	0,04	49 [26 ; 72]	0,2
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	10 [4 ; 16]	0,04	40 [21 ; 60]	0,2
	Urbaines (> 100 000 hab)	31 [11 ; 50]	0,05	146 [75 ; 217]	0,3
	France métropolitaine	**69 [26 ; 111]**	**0,05**	**282 [146 ; 418]**	**0,2**

<u>Scénario 2</u> : IMPACT À LONG TERME (âge ≥ 30 ans ; PM2,5 et NO_2)

Impact à plus long terme sur la mortalité, consécutif à la baisse des concentrations annuelles de pollution de l'air ambiant, occasionnée par les restrictions d'activité et modélisée à partir d'hypothèses portant sur la réduction des émissions pendant le confinement strict et le déconfinement progressif.

Période d'étude : 1er juillet 2019 au 30 juin 2020.

Tableau 12 : Impact de la diminution des concentrations de PM2,5 et de NO2 sur la mortalité et l'espérance de vie en France métropolitaine du 1er juillet 2019 au 30 juin 2020 (IC95 %)

	Classe d'urbanisation	Nombre de décès évités	Pourcentage de la mortalité annuelle (%)	Gain moyen d'espérance de vie à 30 ans (jours)	Nombre total d'années vie gagnées
$PM_{2,5}$	Rurales (< 2 000 hab)	507 [177 ; 811]	0,4	12 [4 ; 18]	4 884 [1 705 ; 7 798]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	460 [160 ; 736]	0,4	11 [4 ; 18]	3 607 [1 259 ; 5 760]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	322 [112 ; 515]	0,4	12 [4 ; 19]	3 080 [1 075 ; 4 919]
	Urbaines (> 100 000 hab)	984 [343 ; 1 574]	0,5	14 [5 ; 23]	16 244 [5 670 ; 25 937]
	France métropolitaine	**2 274 [793 ; 3 636]**	**0,4**	**13 [5 ; 21]**	**27 815 [9 709 ; 44 414]**
NO_2	Rurales (< 2 000 hab)	150 [52 ; 239]	0,1	4 [1 ; 6]	1 490 [522 ; 2 380]
	Semi-rurales (2 000 à 20 000 hab)	156 [54 ; 249]	0,1	4 [1 ; 6]	1 290 [452 ; 2 062]
	Semi-urbaines (20 000 à 100 000 hab)	128 [45 ; 204]	0,2	5 [2 ; 8]	1 252 [439 ; 2 001]
	Urbaines (> 100 000 hab)	460 [161 ; 735]	0,2	6 [2 ; 10]	7 231 [2 534 ; 11 553]
	France métropolitaine	**893 [313 ; 1 427]**	**0,2**	**5 [2 ; 8]**	**11 263 [3 946 ; 17 995]**

10.1.3. Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique pour l'agglomération de Rouen pour l'année 2001

Dans le cadre du programme APHEIS (Air Pollution and Health : a European Information System) une évaluation Quantitative de l'impact Sanitaire de la Pollution Atmosphérique (EQIS-PA) a été réalisée sur l'agglomération de Rouen (38 communes) pour l'année 2011[19].

L'étude a conduit à estimer que 37 décès par an étaient potentiellement évitables dans la zone d'étude de Rouen pour une réduction à long terme de la pollution en particules PM2,5 à 15 µg/m³. Cette estimation peut se traduire par un gain potentiel de 20 années d'espérance de vie réparties sur l'ensemble de la population en 2001.

Concernant les impacts à court terme, si les moyennes journalières de PM10 restaient inférieures à 20 µg/m³, 8 décès et 32 hospitalisations pour pathologies cardiaques et respiratoires auraient pu être évitées en 2011.

[19] https://www.santepubliquefrance.fr/regions/normandie/documents/rapport-synthese/2005/apheis.-air-pollution-and-health-a-european-information-system.-evaluation-de-l-impact-sanitaire-de-la-pollution-atmospherique-en-europe.-rapport

10.2. DONNÉES SANITAIRES

Les données fournies dans cette section émanent de l'Insee (Institut National de la Statistique et des études économiques), du conseil de l'Ordre des médecins, de l'Inserm (Institut national de santé et de la recherche médicale), du CépiDc (Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès) et de la Drees (Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques).

De manière générale, la région **Normandie** a une densité moyenne de population[20] légèrement supérieure (111,3 hab./km² en 2018) à celle de la France métropolitaine (105,5 hab./km²). Elle est divisée en sept territoires de démocratie sanitaire, eux-mêmes subdivisés en espaces de santé de proximité. En 2021, la densité de médecins en Normandie est inférieure à celle de la moyenne nationale (383,4 médecins pour 100 000 habitants, contre 453,3 en France)[21].
En 2019, la population régionale compte plus de 3 millions d'habitants dont 21,1 % âgés de 65 ans et plus (19,8 % pour la moyenne nationale) et 17,8 % de moins de 15 ans (18,0 % pour la moyenne nationale).
L'indice de vieillissement en 2018 (rapport du nombre d'habitants de 65 ans et plus pour 100 jeunes de moins de 20 ans) est de 87,6 en région Normandie (moyenne nationale 81,9).

En Normandie, si les tendances récentes se poursuivaient, la population continuerait de croître dans les décennies à venir : la région gagnerait 100 000 habitants d'ici 2050. Le rythme de croissance serait moindre que lors des décennies passées. La croissance de la population pour le département de Seine-Maritime serait quasi-nulle[22].

En 2018, la densité de population de la Seine-Maritime est de 200,1 hab./km² et celle de la Métropole Rouen Normandie de 742,2 hab./km².
Pour rappel, en 2018, la moyenne nationale s'élevait à 105,5 hab./km².

[20] https://statistiques-locales.insee.fr/
[21] https://demographie.medecin.fr
[22] INSEE ANALYSES NORMANDIE ; No 33 ; Paru le : 22/06/2017 - La population normande à l'horizon 2050 – Un vieillissement accéléré dans un contexte de croissance faible

10.2.1. Espérance de vie – Mortalité – Mortalité prématurée

❖ **Chiffres clés**

Le tableau suivant recense les statistiques de l'INSEE23 concernant la mortalité et l'espérance de vie pour l'année 2021 (nombre de décès : données 2020) en France, en région Normandie et pour le département de Seine-Maritime.

Tableau 13 : Statistiques Insee de la mortalité et de l'espérance de vie en France, en région Normandie et dans en Seine-Maritime - Données 2021 - Nombre de décès 2020

Données 2021	France		Normandie		Seine-Maritime	
	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
Espérance de vie à la naissance	85,4 ans	79,3 ans	84,6 ans	78,2 ans	85,4 ans	78,0 ans
Nombre de décès (2020)	667 257		36 425		13 160	
Taux brut de mortalité	9,7 ‰		11,0 ‰		10,4 ‰	
Taux de mortalité standardisé prématurée (< 65 ans)	1,8 ‰		2,1 ‰		2,2 ‰	
Taux de mortalité standardisé des personnes âgées (65 ans et +)	38,6 ‰		40,3 ‰		40,5 ‰	
Taux de mortalité infantile (< 1 an) (*2018-2020*)	3,7 ‰		3,5 ‰		3,8 ‰	

❖ **Espérance de vie à la naissance**

Avec une espérance de vie à la naissance de 78,0 ans pour les hommes et de 85,4 ans pour les femmes en 2021, la Seine-Maritime présente une situation équivalente à la moyenne régionale et nationale. L'espérance de vie est très inégalitaire entre les deux sexes (écart d'environ 7,4 ans pour le département).

❖ **Mortalité infantile**

La mortalité infantile (nombre de décès d'enfants de moins de 1 an divisé par le nombre d'enfants nés vivants sur 3 années) en Seine-Maritime (3,8 ‰) est équivalente aux moyennes régionale et nationale.

[23] https://statistiques-locales.insee.fr/

❖ **Mortalité des personnes âgées**

Pour le département de Seine-Maritime, le taux de mortalité des personnes âgées de 65 ans et plus (40,5 ‰) est supérieur à la moyenne nationale (38,6 ‰), et équivalente à la moyenne régionale (40,3 ‰).

❖ **Mortalité générale**

En 2021, en Seine-Maritime, le taux brut de mortalité générale (10,4 ‰) est inférieur au taux moyen régional (11,0 ‰) et supérieur au taux national (9,7 ‰).

En 2017, les principales causes de mortalité (figure suivante[24]) pour la Seine-Maritime (12 002 décès dont 50,6 % d'hommes) sont listées ci-dessous :

- Les tumeurs (29,6 %) ;
- Les maladies de l'appareil circulatoire (24,1 %) ;
- Les symptômes et états morbides mal définis (8,3 %) ;
- Les maladies du système nerveux et des organes des sens (6,6 %).

La répartition des causes de mortalité en Seine-Maritime est sensiblement équivalente à la répartition en France métropolitain.

La proportion des décès ayant pour origine des maladies respiratoires en Seine-Maritime en 2017 (6,3 %) est inférieure à la moyenne en France métropolitaine (7,4 %).

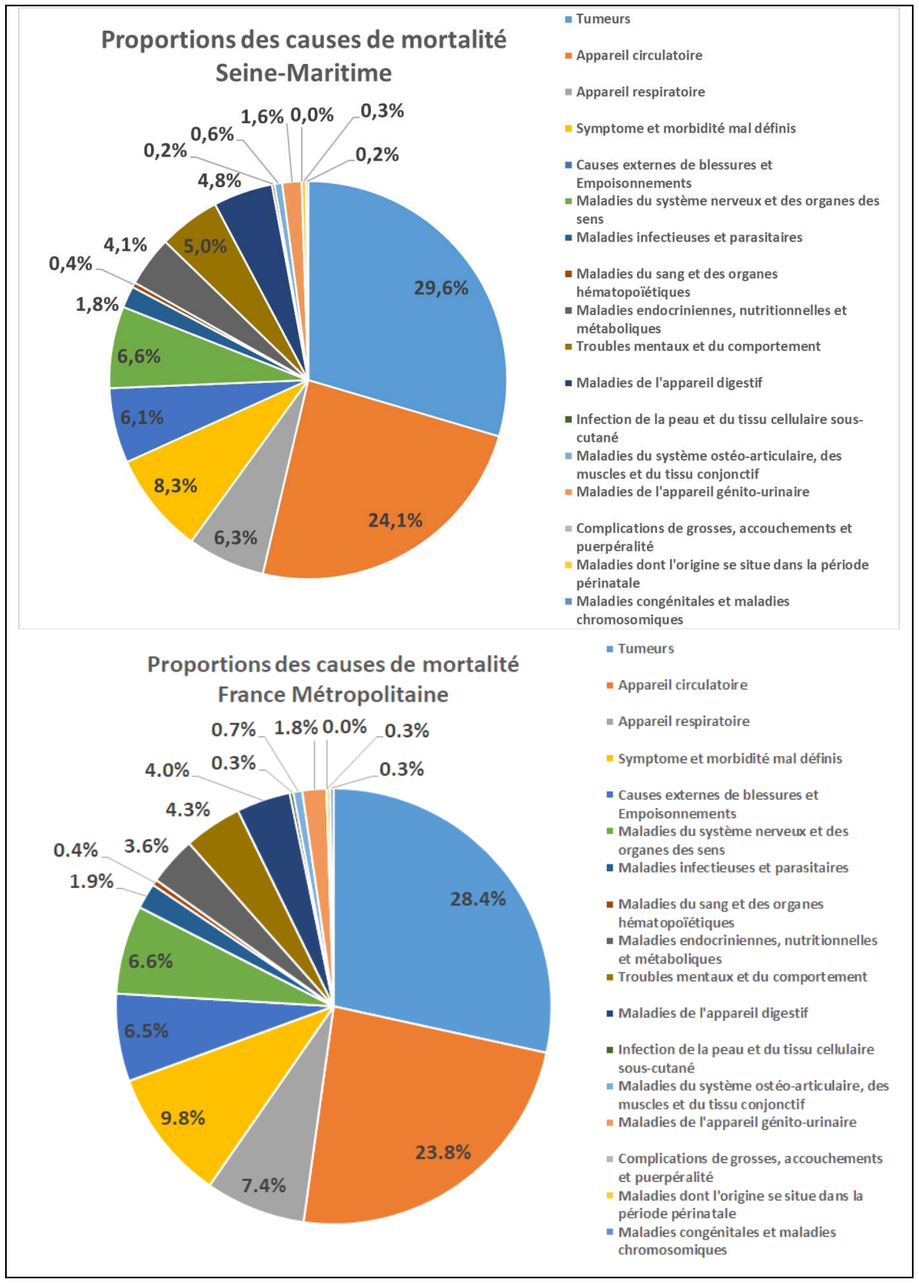


Figure 29 : Proportion des causes de décès en Seine-Maritime et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc)

[24] http://cepidc-data.inserm.fr/inserm/html/index2.htm

❖ **Mortalité prématurée**

En 2017, 46,0 % des personnes décédées en France métropolitaine étaient âgées de 85 ans ou plus. Conséquence de cette évolution, les statistiques des causes de décès sont de plus en plus le reflet de la mortalité aux très grands âges, ce qui limite leur utilisation pour évaluer les besoins de prévention. C'est pourquoi les responsables de la santé publique s'intéressent, en France comme dans la plupart des pays de développement comparable, à la mortalité prématurée définie généralement comme la mortalité survenant avant 65 ans. La mortalité prématurée est supérieure en France par rapport à celle observée dans les autres pays européens. Elle constitue un puissant marqueur d'inégalités sociales de santé et de genre, compte tenu d'une répartition différente entre les catégories socio-professionnelles, et entre hommes et femmes.

En 2021, le taux standardisé de mortalité prématurée en Seine-Maritime (2,2 ‰) est égal au taux régional, et supérieur au taux national (1,8 ‰).

En 2017, en Seine-Maritime, 4 causes principales (figure suivante[25]) sont à l'origine de près de 77,4 % des 2 284 décès prématurés :

- Les tumeurs (41,1 %) ;
- Les maladies de l'appareil circulatoire (12,8 %) ;
- Les symptômes et états morbides mal définis (12,6 %) ;
- Les causes externes de blessure et d'empoisonnement (10,9 %).

La mortalité prématurée équivaut à 19,0 % de la mortalité générale en Seine-Maritime. 67,1 % des décès prématurés concernaient des hommes.

La répartition des causes de mortalité prématurée en Seine-Maritime est sensiblement équivalente à la répartition métropolitaine.

La proportion des décès prématurés ayant pour origine des maladies respiratoires en Seine-Maritime (2,6 %) est inférieure à la moyenne métropolitaine (3,0 %).

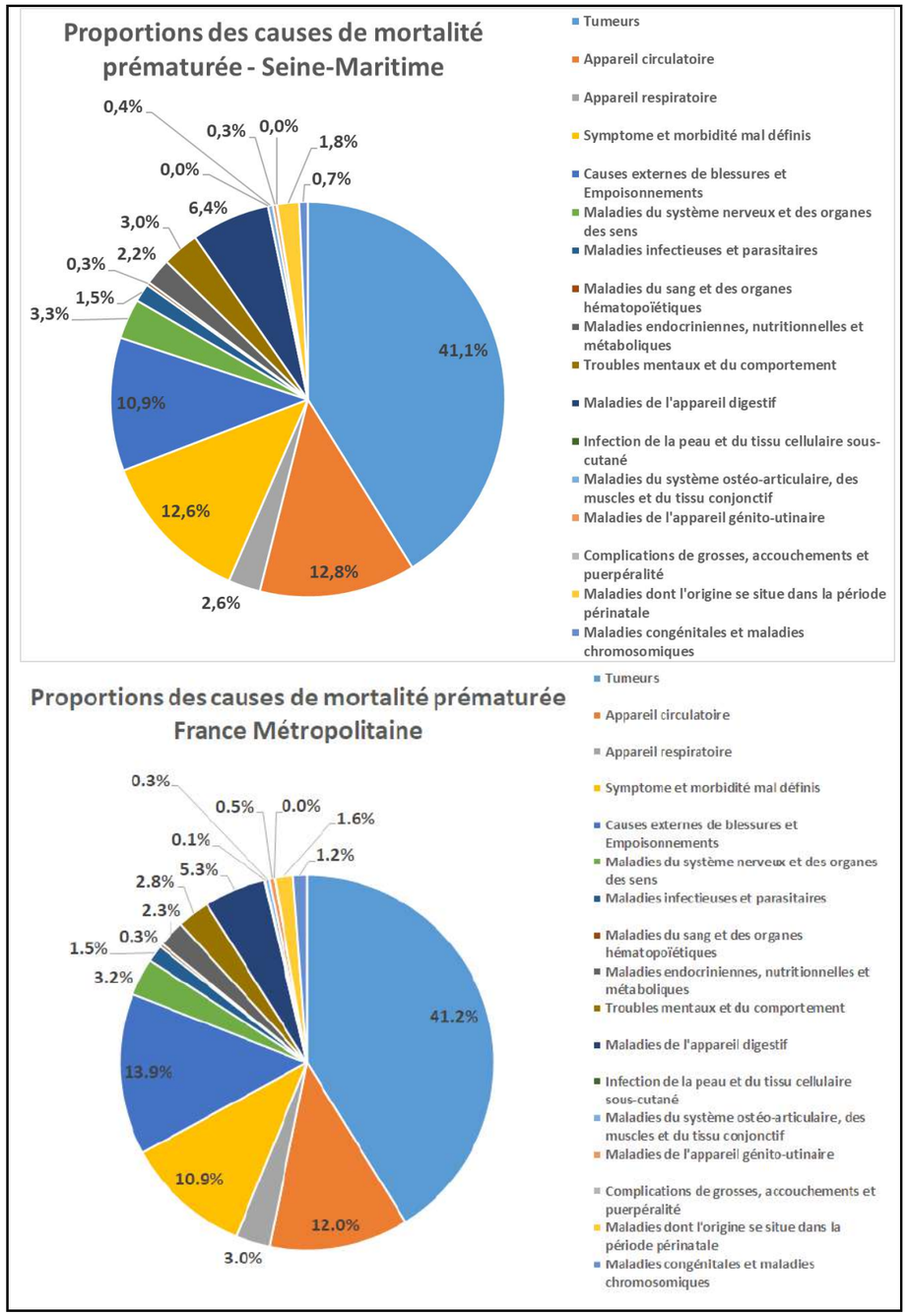


Figure 30 : Proportion des causes de décès prématurés (avant 65 ans) en Seine-Maritime et en France métropolitaine en 2017 (source : CépiDc**)**

[25] http:// cepidc-data.inserm.fr/inserm/html/index2.htm

10.2.2. Cancers

Les cancers occupent une place prépondérante en termes de mortalité en France, tout comme en Seine-Maritime, où ils sont la première cause de mortalité et mortalité prématurée.

En 2017, le nombre total de décès attribuables au cancer en Seine-Maritime était de 3 548 dont 58,1 % d'hommes. Le nombre de décès prématurés liés au cancer était de 939 dont 61,9 % d'hommes. Les personnes âgées sont les plus touchées.
En 2017 en Seine-Maritime, la proportion des décès dus au cancer des personnes de plus de 65 ans, représente 73,5 % des décès dus au cancer.

- **Cancers du poumon**

En 2017, en Seine-Maritime, le cancer du poumon (cancers du larynx, de la trachée et des bronches inclus) représente 19,9 % des décès dus au cancer et 26,9 % des décès prématurés dus au cancer (respectivement 19,0 % et 27,1 % en France métropolitaine).

En Seine-Maritime, 705 décès par tumeur du larynx, de la trachée, des bronches et du poumon sont survenus en 2017. La prévalence masculine était de 73,0 % (70,1 % en France métropolitaine).

10.2.3. Maladies de l'appareil respiratoire

Les maladies respiratoires regroupent des affections très différentes et difficiles à classer, en particulier chez le sujet âgé.

Elles peuvent être aiguës, essentiellement d'origine infectieuse (bronchite aiguë, pneumonie, pathologies des voies respiratoires supérieures) ou d'évolution chronique comme la bronchite chronique ou encore l'asthme.
Les maladies respiratoires les plus fréquentes sont l'asthme, les cancers broncho-pulmonaires et la broncho-pneumopathie chronique obstructive BPCO. Le principal facteur de risque de ces maladies est le tabagisme.
Cependant, il existe une large variété d'autres causes incluant des facteurs génétiques, nutritionnels, environnementaux, professionnels et des facteurs liés à la pauvreté.
De plus, l'appareil respiratoire humain est vulnérable vis-à-vis de nombreux agents infectieux.

- **Chiffres clés pour les maladies de l'appareil respiratoire**

En 2017, 758 décès (dont 50,9 % d'hommes) par maladies respiratoires ont été enregistrés en Seine-Maritime, soit 6,3 % des décès toutes causes confondues (7,4 % pour la France métropolitaine).

- **Asthme**

L'asthme est une maladie chronique causée par une inflammation des voies respiratoires et se caractérisant par la survenue de "crises" (épisodes de gêne respiratoire).

L'effet de la pollution sur l'asthme n'est aujourd'hui plus à démontrer : les polluants présents dans l'atmosphère irritent les voies respiratoires et augmentent les infections respiratoires.

Une étude menée dans plusieurs grandes villes françaises (Créteil, Reims, Strasbourg, Clermont-Ferrand, Bordeaux et Marseille) par des chercheurs de l'Inserm a ainsi démontré l'augmentation des manifestations respiratoires chez les enfants vivant depuis plus de huit ans dans des zones importantes de pollution, grâce à des capteurs installés dans 108 écoles, auprès de 5 300 enfants.

Plus précisément, un dépassement même minime des anciens seuils de pollution recommandés par l'OMS (40 µg/m^3 pour le NO_2 et 10 µg/m^3 pour les particules) pendant huit ans provoque l'augmentation significative de l'asthme allergique et de l'asthme à l'effort (1,5 fois) par rapport aux enfants vivant dans des zones où les concentrations sont inférieures (d'autres études montrent également le lien chez les enfants entre la densité du trafic automobile et les crises d'asthme).

En 2017, l'asthme a été la cause de 15 décès (dont 3 prématurés) en Seine-Maritime, soit 2,0 % des décès dus aux maladies de l'appareil respiratoire (2,0 % pour la France métropolitaine).
Les hommes (53,3 %) sont plus touchés que les femmes.

10.2.4. Maladies de l'appareil circulatoire

Les maladies de l'appareil circulatoire comprennent les rhumatismes articulaires aigus, les cardiopathies rhumatismales chroniques, les maladies hypertensives, les cardiopathies ischémiques, les troubles de la circulation pulmonaire, d'autres formes de cardiopathies (myocardite aiguës, trouble du rythme cardiaque, …), les maladies vasculaires cérébrales, les maladies des artères, artérioles et capillaires, les maladies des veines et des vaisseaux lymphatiques et autres maladies de l'appareil circulatoire.
Les maladies cardiovasculaires constituent une cause majeure de mortalité et de handicap.

En France métropolitaine, en 2017, les maladies de l'appareil circulatoire constituent la deuxième cause de décès (23,8 %) après les cancers (28,4 %) et la troisième cause de décès prématurés (12,0 %) après les cancers (41,2 %) et les causes externes de blessures et d'empoisonnement (13,9 %).

Pour la Seine-Maritime, il s'agit de la 2e cause de décès (24,1 %) et la 2e des décès prématurés (12,8 %) en 2017. Les maladies de l'appareil circulatoire ont provoqué 2 893 décès (dont 292 prématurés) en 2017.

❖ **Cardiopathies ischémiques**

Les cardiopathies ischémiques, ou maladies coronariennes, recouvrent, un ensemble de troubles dus à l'insuffisance des apports en oxygène au muscle cardiaque (myocarde).
Les cardiopathies (ischémiques et autres types) sont la première cause de mortalité prématurée pour les maladies de l'appareil circulatoire.

En 2017, en Seine-Maritime, les cardiopathies ischémiques ont représenté 747 décès (dont 114 prématurés) soit 25,8 % des décès cardio-vasculaires (23,1 % pour la France métropolitaine).

❖ **Maladies cérébrovasculaires**

Les maladies cérébrovasculaires regroupent l'ensemble des maladies qui provoquent une altération de la circulation cérébrale. Ces affections se manifestent le plus souvent subitement, sous forme d'un accident vasculaire cérébral (AVC).

En 2017, en Seine-Maritime, les maladies cérébrovasculaires ont été la cause de 652 décès (dont 46 prématurés), soit 22,5 % de l'ensemble des décès cardio-vasculaires (21,9 % pour la France métropolitaine).

10.2.5. Maladies chroniques

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, les maladies chroniques sont à l'origine de 87 % de l'ensemble des décès en France en 2014.

La commune de Rouen appartient au territoire de santé de Rouen / Elbeuf. Selon l'ARS Normandie[26], les maladies chroniques qui touchent le plus ce territoire sont :

- Les maladies cardio-neuro-vasculaires (9,7 %) ;
- Les maladies respiratoires chroniques (7,0 %) ;
- Le diabète (6,0 %) ;
- Le cancer (5,3 %).

10.2.6. Hospitalisations

Le tableau ci-dessous recense le nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée pour la France métropolitaine et la Seine-Maritime, en 2020, en fonction des motifs d'admission pouvant avoir lien avec la qualité de l'air[27].

Tableau 14 : Nombre de séjours dans les établissements de soins de courte durée en fonction des motifs d'admission et de l'âge en France métropolitaine et en Seine-Maritime pour l'année 2020

Données 2020	France métropolitaine				Seine-Maritime			
	Total	% < 15 ans	% < 65 ans	% > 65 ans	Total	% < 15 ans	% < 65 ans	% > 65 ans
Symptômes circulatoires et respiratoire	245 907	2,7 %	55,6 %	44,4 %	6 328	2,2 %	63,4 %	36,6 %
Cancers trachées bronches et poumons	53 840	0,0 %	n.d	n.d	1 017	0,0 %	43,6 %	56,4 %
Ischémie cérébrale transitoire	35 784	0,0 %	28,8 %	71,2 %	748	0,0 %	31,3 %	68,7 %
Maladies de l'appareil circulatoire	1 433 973	0,6 %	31,8 %	68,2 %	28 716	0,5 %	31,5 %	68,5 %
Cardiopathies ischémiques chroniques	159 491	0,0 %	33,1 %	66,9 %	3 009	0,0 %	32,9 %	67,1 %
Maladies de l'appareil respiratoire	634 931	21,5 %	53,9 %	46,1 %	13 374	22,0 %	55,1 %	44,9 %
Asthme	45 588	62,2 %	n.d	n.d	1 064	52,3 %	89,5 %	10,5 %
Bronchite chron. – Maladie pul. obs. chron.	80 658	0,5 %	29,4 %	70,6 %	1 852	0,2 %	33,6 %	66,4 %

[26] Diagnostic régional sur les besoins de santé – ARS Normandie - 2017
[27] http://www.data.drees.sante.gouv.fr

Pour les individus de moins de 15 ans, la proportion du nombre de séjours hospitaliers de courte durée est moins élevée ou égale en Seine-Maritime comparé à la France métropolitaine, et ce, quels que soient les symptômes (sauf pour les maladies de l'appareil respiratoire où la proportion est supérieure).
Pour les plus de 65 ans, la proportion est moins élevée en Seine-Maritime qu'en France métropolitaine, et ce, quels que soient les symptômes (sauf pour les maladies de l'appareil circulatoire et les cardiopathies ischémiques chroniques).

10.2.7. Indicateurs sanitaires pour la Métropole Rouen Normandie

Les données sanitaires disponibles à l'échelle de la Métropole Rouen Normandie sont reportées dans le tableau suivant, ainsi que les données régionales pour la même période, à titre de comparaison.

Tableau 15 : Nombre de décès, taux de mortalité, taux de mortalité prématurée et taux de mortalité infantile pour la région Normandie et la Métropole Rouen Normandie – période 2009-2015 – Données ORS Normandie[28]

Données moyennes période 2009-2015	Normandie		Métropole Rouen Normandie	
	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
Espérance de Vie (années)	84,7	77,5	84,8	77,5
Taux de mortalité générale (‰)	9,65		9,33	
Taux de mortalité prématurée (‰) (< 65 ans)	2,31		2,38	
Taux de mortalité par cancer (‰)	2,68		2,77	
Taux de mortalité par maladies de l'appareil circulatoire (‰)	2,55		2,38	

Les indicateurs sanitaires de la Métropole Rouen Normandie sont du même ordre de grandeur que les indicateurs régionaux.
La situation de la Métropole Rouen Normandie au niveau sanitaire ressort neutre par rapport à la région Normandie.

[28]http://orscreainormandie.org/donnees-socio-demographiques-sanitaires-et-doffre-de-soins-par-epci/

10.3. Synthèse

Profil de santé du département de Seine-Maritime

La Seine-Maritime présente dans son ensemble une situation sensiblement équivalente par rapport au territoire national concernant les indicateurs de santé (espérance de vie à la naissance, mortalité des personnes âgées et mortalité prématurée, mortalité infantile).
Les 4 principales causes de mortalité en 2017 sont les tumeurs (29,6 %), les maladies de l'appareil circulatoire (24,1 %), les symptômes et états morbides mal définis (8,3 %) et les maladies du système nerveux et des organes des sens (6,6 %).
Les 4 principales causes de mortalité prématurée en 2017 sont les tumeurs (41,1 %), les maladies de l'appareil circulatoire (12,8 %), les symptômes et états morbides mal définis (12,6 %) et les causes externes de blessure et d'empoisonnement (10,9 %).
Les proportions des décès et des décès prématurés ayant pour origine des maladies respiratoires en Seine-Maritime en 2017 (respectivement 6,3 % et 2,6 %) sont inférieures à la moyenne en France métropolitaine (respectivement 7,4 % et 3,0 %).

Pour les individus de moins de 15 ans, la proportion du nombre de séjours hospitaliers de courte durée est moins élevée ou égale en Seine-Maritime comparé à la France métropolitaine, et ce, quels que soient les symptômes (sauf pour les maladies de l'appareil respiratoire où la proportion est supérieure).
Pour les plus de 65 ans, la proportion est moins élevée en Seine-Maritime qu'en France métropolitaine, et ce, quels que soient les symptômes (sauf pour les maladies de l'appareil circulatoire et les cardiopathies ischémiques chroniques).

Profil de santé de la Métropole Rouen Normandie

Les indicateurs sanitaires de la Métropole Rouen Normandie sont du même ordre de grandeur que les indicateurs régionaux. La situation de la Métropole Rouen Normandie au niveau sanitaire ressort neutre par rapport à la moyenne régionale.

Effets de la pollution sur la santé

Les effets de la pollution sur la santé sont variés.
Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution.
D'après l'actualisation de l'étude EQIS (Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire) menée par Santé Publique France, la pollution atmosphérique en France peut engendrer une perte moyenne d'espérance de vie à 30 ans de près de 9 mois dans les villes les plus exposées. Les villes moyennes et petites ainsi que les milieux ruraux sont aussi concernés (en moyenne, 6 à 7 mois d'espérance de vie à 30 ans sont estimés perdus).
À l'égard de la commune de Rouen (classifiée en commune urbaine, selon santé publique France, compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme :
*aux PM2,5 — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois.
*au NO_2 — est à l'origine de 2,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 2,6 mois.

Selon l'EQIS-PA sur l'agglomération rouennaise, en 2001, 37 décès étaient attribuables aux PM2,5 et 8 décès et 32 hospitalisations étaient attribuables aux PM10.

11. ANALYSE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Après l'examen des données disponibles sur la qualité de l'air et des données sanitaires, il convient de s'intéresser à la population et à la composition géographique de la zone d'étude.

Cette démarche a pour objectif principal d'identifier les lieux vulnérables et de définir la fragilité de la population vis-à-vis des effets sanitaires imputables à la pollution atmosphérique (sachant que les enfants et les personnes âgées sont les plus fragiles).

11.1. RECENSEMENT DES PROJETS EXISTANTS OU APPROUVÉS

Le tableau suivant reporte les projets recensés à proximité du projet et susceptibles d'induire des effets cumulés. Leur localisation est donnée en figure suivante.

Tableau 16 : Caractéristiques des projets identifiés dans l'environnement du projet faisant l'objet de cette étude

Nom	Programmation
(1) ***Écoquartier Flaubert*** (Rouen / Le Petit Quevilly)	Le site de 90 ha est scindé en 2 entités : aménagement des Bords de Seine et de la Presqu'île Rollet (22 ha) et ZAC de l'Écoquartier Flaubert (68 ha)
(2) ***Saint-Sever Nouvelle Gare*** (Rouen)	-Future liaison avec la Ligne Nouvelle Paris Normandie (LNPN) en 2030 -Nouveaux logements (1 000 logements) -Services et bureaux en neuf et en requalification (140 000 m²) -Confortement du centre commercial Saint-Sever et la rue commerçante) -Activités de loisirs en lien avec la requalification des bords de Seine -Végétalisation du quartier
(3) ***Projet immobilier rue St-Julien*** (Rouen)	216 logements collectifs EHPAD 95 lits Résidence service sénior 138 appartements
(4) ***Le Petit-Quevilly Village*** (Le Petit-Quevilly)	-Nouveaux commerces -Aires de jeux au sein d'un grand parc public -Près de 500 logements. -Plus d'1 ha d'espaces verts
(5) ***Projet immobilier angle rues Dufay / St-Julien*** (Rouen)	29 logements et 1 cellule commerciale

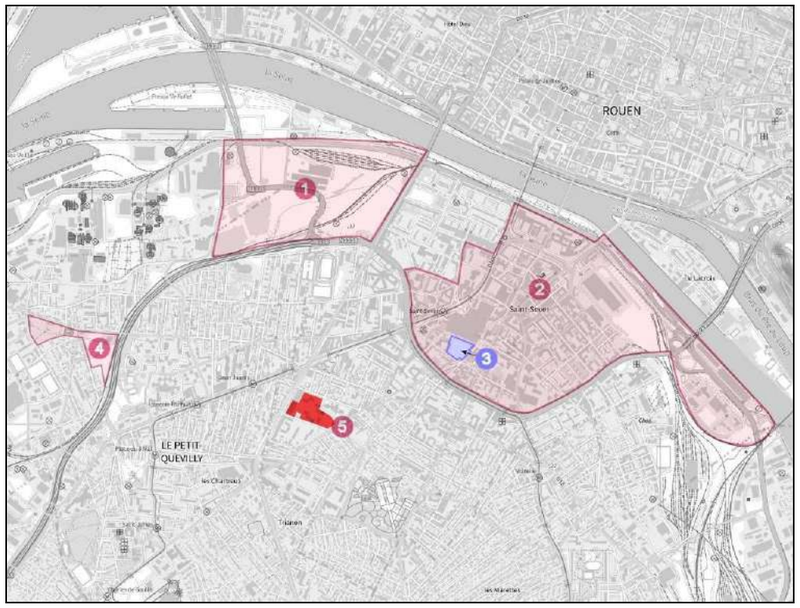


Figure 31 : Cartographie des projets environnants (Source : Terao/Cositrex)

Ces opérations d'aménagement vont modifier les flux de déplacements et les choix modaux sur le secteur et sont donc susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet objet de la présente étude.

11.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET TOPOGRAPHIQUES

❖ **Normales climatiques**

Les données présentées (hormis les données concernant les vents) proviennent de la station météorologique de Rouen-Boos[29] sise à environ 9,4 km au Sud-Est du projet.
Il s'agit des normales annuelles officielles [1981-2010] et provisoires [1991-2020].

Tableau 17 : Valeurs climatologiques à la station Météo-France « Rouen-Boos »

Paramètre	Normales 1981-2010 Données officielles	Normales 1991-2020 Données provisoires
Température moyenne annuelle [Moyenne minimale : Moyenne maximale]	10,5°C [6,5 : 14,4°C]	11,0°C [6,9 : 15,0°C]
Ensoleillement annuel [moyenne mensuelle]	1 557,6 heures [130 h/mois]	1 512,7 heures [126 h/mois]
Cumul des précipitations annuelles	851,7 mm	875,8 mm
Nombre de jours de précipitations supérieures à 1 mm [% de jours pluvieux par an]	133,7 jours [36,6 %]	146,1 jours [40,0 %]
Intervalle de pression atmosphérique		
Pression minimale enregistrée	956,4 hPa le 25 février 1989	
Pression maximale enregistrée	1087,2 hPa le 17 avril 1989	

Les figures suivantes[30] présentent la rose des vents et la fréquence mensuelle des vents en fonction de leur vitesse (Nota : ces données sont issues de modélisations et non d'observations).

Les vents dominants soufflent préférentiellement du quart sud-ouest.
La dispersion des polluants par le vent est efficace à partir d'une vitesse de 20 km/h.
Les vents présentant de telles vitesses sont assez fréquents sur le secteur (entre 16,6 et 25,3 jours/mois). La période hivernale est celle produisant le plus fréquemment des vents forts.
Le projet apparaît ainsi localisé majoritairement dans un secteur où la dispersion des polluants atmosphériques est fréquemment favorisée par les vents.

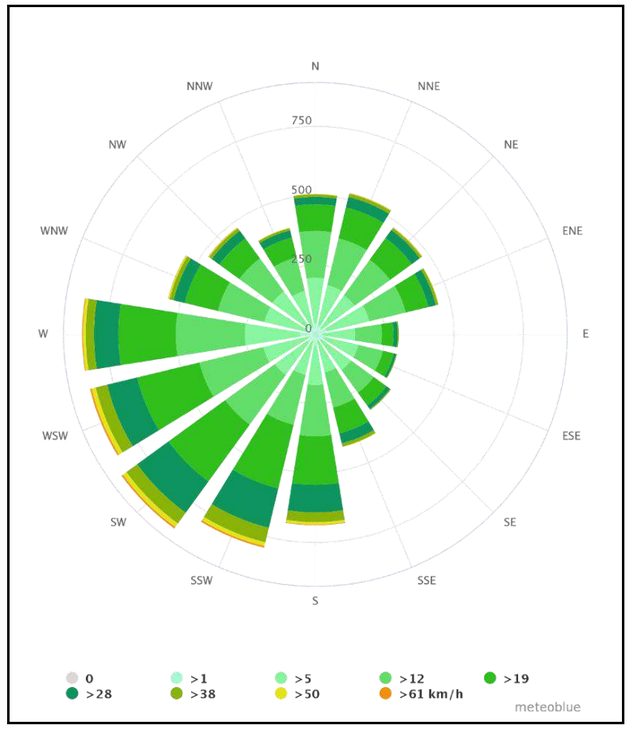


Figure 32 : Rose des vents (source : meteoblue.com)

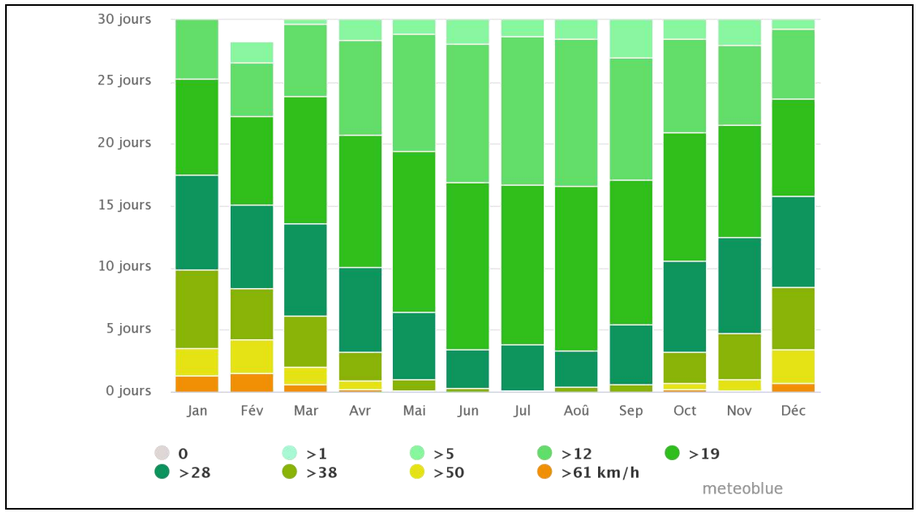


Figure 33 : Vitesse du vent (source : meteoblue.com)

[29] https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1981-2010/rouen-boos/valeurs/07037.html
[30] https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/rouen_france_2982652

❖ **Topographie**

La planche ci-après illustre la topographie existante autour du projet.

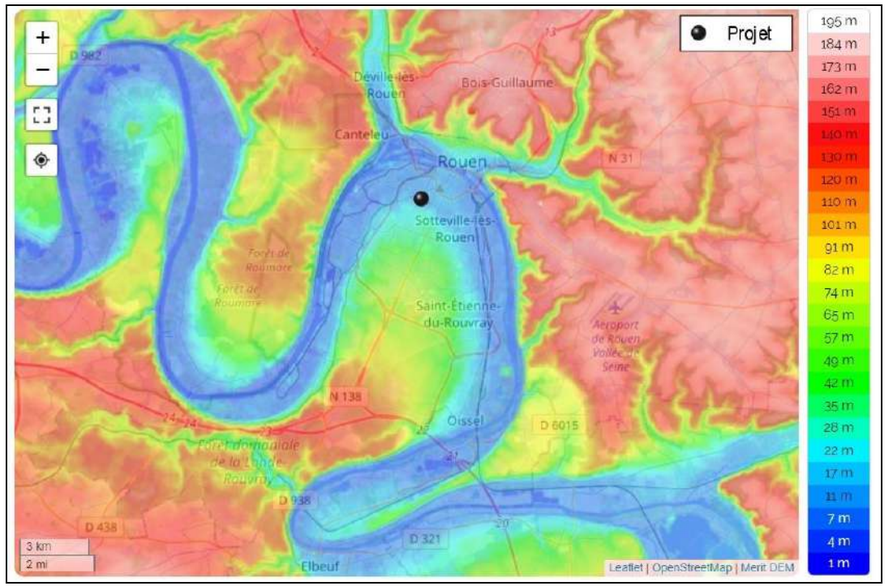


Figure 34 : Topographique autour du projet (source : topographic-map.com**)**

Le projet est situé à proximité du lit de la Seine dans la partie constituant des boucles. Le projet se situe en contrebas de reliefs peu marqués mais néanmoins présents. Cette configuration peut favoriser l'accumulation des polluants lorsque les conditions météorologiques sont défavorables à la dispersion.

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques est fréquemment efficace.
Il demeure que la pluviométrie annuelle est moyenne, avec une occurrence de jours pluvieux fréquente (environ 37 % de l'année et tendant à augmenter compte-tenu des évolutions climatiques si l'on se réfère aux normales provisoires 1991-2020). L'ensoleillement est assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone).
Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants et à la retombée des particules par les précipitations.
Cependant, il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir et notamment avec l'incidence de vents faibles du quart sud-ouest entrainant les polluants émis par la circulation de la D938 vers le projet, d'autant que le projet est situé en contrebas de reliefs moyennement marqués.

11.3. Occupation des sols

Le projet est sis à Rouen. La zone d'étude s'étend en sus en partie sur le territoire de la commune du Petit-Quevilly.

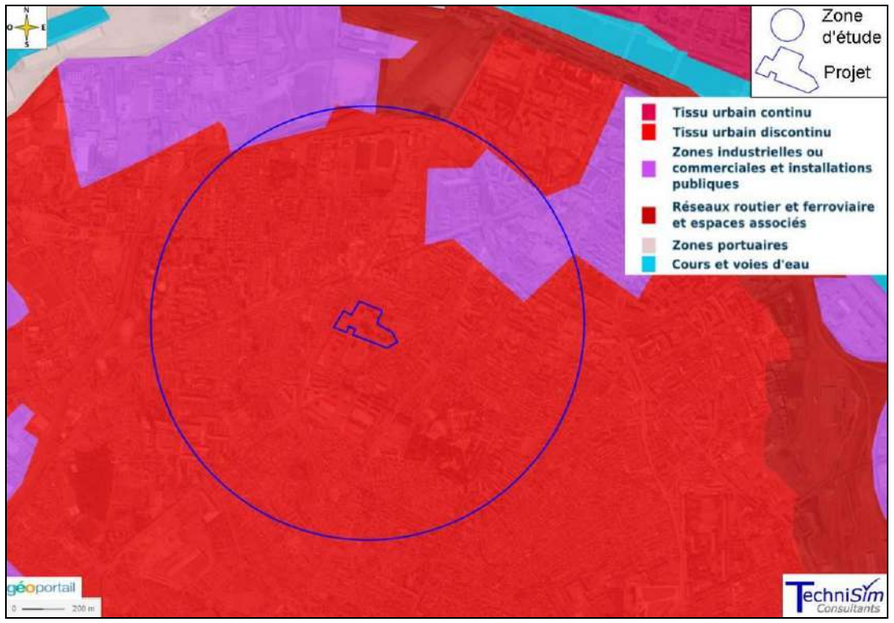


Figure 35 : Composition de la zone d'étude (Corine Land Cover 2018**)**

Selon le Corine Land Cover 2018, l'emprise projet est située sur une zone de tissu urbain discontinu. La zone d'étude comporte en sus des zones industrielles/commerciales.

L'occupation des sols plus détaillée fournie par l'Urban Atlas Copernicus 2018, est présentée sur la planche suivante.

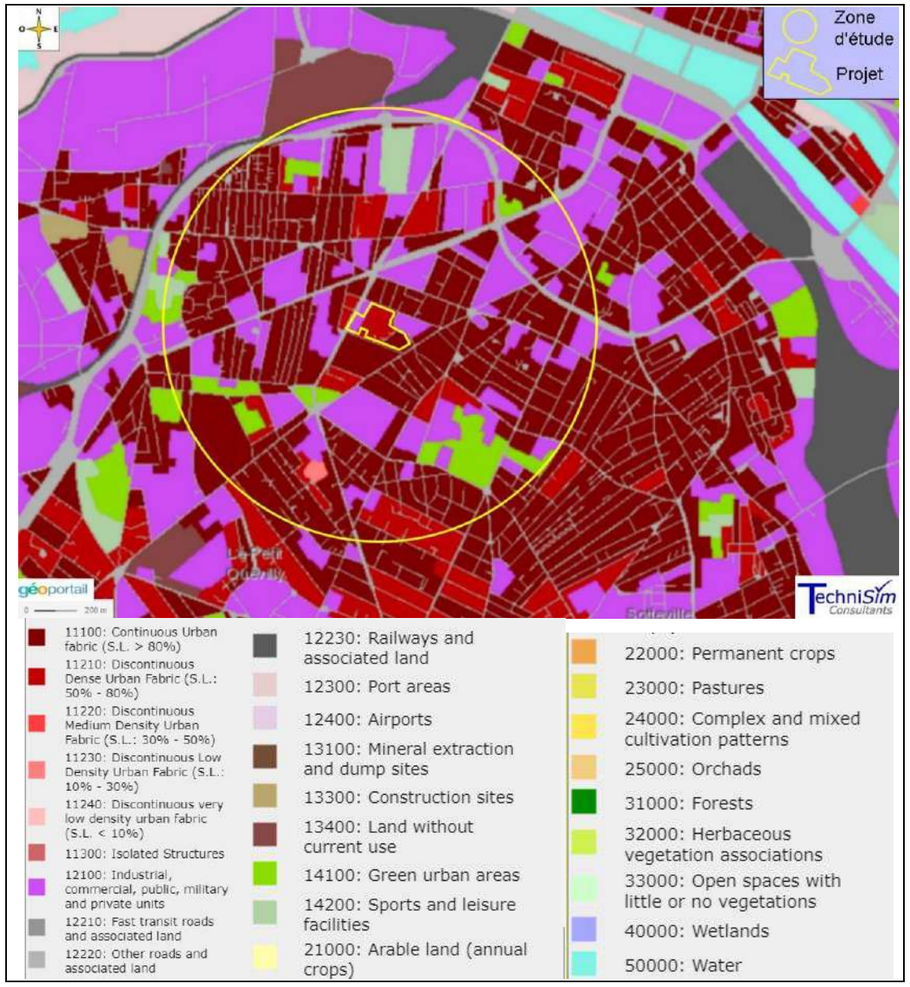


Figure 36 : Occupation du sol détaillée en 2018 (source : Urban Atlas Copernicus 2018**)**

En l'état actuel (2018) :
Le <u>périmètre projet</u> est constitué de tissu urbain discontinu.
La <u>zone d'étude</u> comporte des habitats individuels et collectifs, des espaces verts urbains, des zones d'activités économiques et industrielles, ainsi que diverses voies de transports (réseaux routier, voies ferrées).

11.4. IDENTIFICATION DES ZONES À ENJEUX SANITAIRES PAR INGESTION

Les zones de culture à même de présenter un enjeu sanitaire par ingestion ont été recherchées dans la zone d'étude, c'est-à-dire :

- Production alimentaire : jardins potagers, vergers, zones maraichères, terres cultivées à forte valeur ajoutée (vignes AOC, cultures biologiques, etc.), …
- Zones de jeux avec terrains meubles susceptibles d'être ingérés par les enfants : aires de jeux, cours d'école, …
- Jardins familiaux, partagés et collectifs.

D'après la carte d'occupation des sols détaillée et la carte du registre parcellaire agricole 2020, aucune parcelle agricole n'est localisée sur la zone d'étude.
La commune de Rouen bénéficie de plusieurs jardins partagés[31]. La figure et le tableau suivants présentent ceux présents dans la zone d'étude.

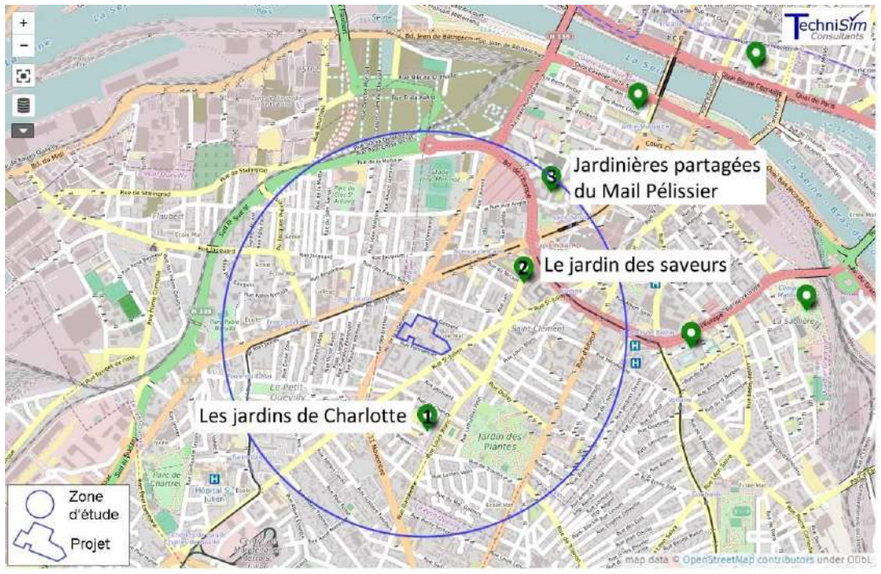


Figure 37 : Jardins familiaux, partagés ou collectifs recensés sur la zone d'étude

[31] https://rouen.fr/jardinage-urbain#h2-1

Tableau 18 : Jardins familiaux, partagés ou collectifs recensés sur la zone d'étude

Nom du jardin	Adresse	Superficie
(1) **Les jardins de Charlotte**	rue de Roselies 76000 Rouen	environ 800 m²
(2) **Le jardin des saveurs**	Rue des Murs St-Yon 76000 Rouen	environ 500 m²
(3) **Jardinières partagées du Mail Pélissier**	le long du Mail Pélissier 76000 Rouen	Quelques jardinières en bacs

Par ailleurs, le projet inclus des espaces verts n'ayant pas vocation a priori à la production alimentaire.

Il a été recensé sur la zone d'étude trois jardins partagés. Ces derniers ne permettent vraisemblement pas une consommation exclusive des végétaux auto-produits compte-tenu des surfaces de culture. Ainsi ils ne sont pas considérés comme zone à un enjeu sanitaire par ingestion.
Par ailleurs, le projet ne prévoit pas la création de nouveaux jardins potagers.

11.5. ANALYSE DE LA POPULATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La planche suivante représente la population aux abords du projet, définie en carreaux de 200 mètres de côté (données carroyées de l'INSEE 2015 publiées en 2019).

La zone d'étude comporte 25 494 habitants, soit une densité moyenne de population estimée à 8 119 hab./km² pour l'ensemble de la zone d'étude (cercle de 1 km de rayon).
Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,1. La population de la zone d'étude est surtout logée en habitat collectif (66,6 % des ménages).

Les deux classes d'âges les plus vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique sont les enfants (moins de 11 ans) et les personnes âgées (65 ans ou plus). Ces catégories représentent respectivement **15,3 % (3 906 individus)** et **14,2 % (3 631 individus)** de la **population de la zone d'étude**.

La zone d'étude comporte 25 494 habitants dont 7 537 (soit 29,6 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.
La densité de population de la zone d'étude s'élève à 8 119 hab./km².

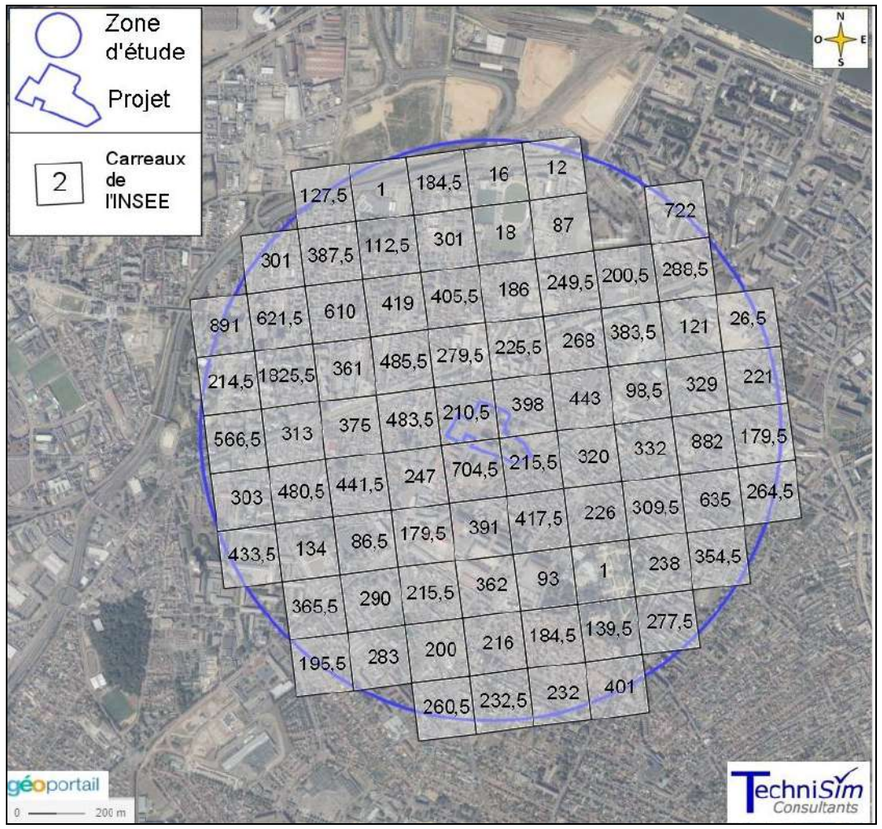


Figure 38 : Population dans la zone d'étude répartie en carreaux de 200m de côté (données carroyées INSEE 2015 publiées en 2019**)**

Tableau 19 : Caractéristiques des ménages habitant dans la zone d'étude en 2015 (données carroyées INSEE 2015 publiées en 2019**)**

Paramètres	Zone d'étude
Nombre de ménages	12 122
Nombre moyen de personnes par ménage	2,1
Nombre total de ménages propriétaires	4 360
Surface cumulée des résidences principales [km²]	3,2
Nombre de ménages en logement collectif	8 075
Nombre de ménages de 5 personnes et plus	734
Nombre de ménages de 1 personne	5 232
Nombre de ménages pauvres au seuil de 60 % de la médiane du niveau de vie	2 240

Tableau 20 : Population par tranches d'âges en 2015 (données carroyées INSEE 2015 publiées en 2019**)**

	Ensemble	0 à 3 ans	4 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 17 ans	Moins de 11 ans
Effectif	**25 494**	1 543	723	1 640	1 964	**3 906**
Proportion	**100 %**	6,1 %	2,8 %	6,4 %	7,7 %	**15,3 %**
	18 à 24 ans	**25 à 39 ans**	**40 à 54 ans**	**55 à 64 ans**	**65 ans et +**	**Inconnu**
Effectif	1 899	6 210	4 750	2 692	**3 631**	442
Proportion	7,4 %	24,4 %	18,6 %	10,6 %	**14,3 %**	1,7 %

Populations les plus vulnérables à la pollution atmosphérique = 7 537 personnes (soit 29,8 %)

11.6. IDENTIFICATION DES ÉTABLISSEMENTS VULNÉRABLES

Les personnes vulnérables à la pollution atmosphérique sont, d'après la *Note Technique NOR:TRET1833075N du 22 février 2019* :

- Les jeunes enfants (dont l'appareil respiratoire n'est pas encore mature) ;
- Les personnes âgées, plus vulnérables de manière générale à une mauvaise qualité de l'air ;
- Les personnes adultes ou enfants présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

Ces populations dites 'vulnérables' ont un risque plus important de présenter des symptômes en lien avec la pollution atmosphérique.

D'après le ministère des Solidarités et de la Santé[32], l'âge à partir duquel le système respiratoire peut être considéré comme mature varie d'un enfant à un autre. La vitesse de multiplication alvéolaire au cours de la première année de la vie est très rapide, encore rapide jusqu'à l'âge de 3 ans, puis plus lente jusqu'à 8 ans environ. Après cela, il y a une augmentation continue du diamètre des voies aériennes et un remodelage des alvéoles jusqu'à ce que la croissance physique soit terminée, vers l'adolescence.
L'OMS[33] considère que l'adolescence est la période de croissance et de développement humain qui se situe entre l'enfance et l'âge adulte, entre les âges de 10 et 19 ans. Elle représente une période de transition critique dans la vie et se caractérise par un rythme important de croissance et de changements qui n'est supérieur que pendant la petite enfance.

Il a été recherché la présence d'établissements dits 'vulnérables' à la pollution atmosphérique sur la zone d'étude. Par lieux 'vulnérables', on entend toutes les structures fréquentées par des personnes considérées vulnérables aux effets de la pollution atmosphérique, c'est-à-dire :

- Établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, etc. ;
- Établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc. ;
- Hôpitaux, cliniques, centres de soins.

Au total, 33 lieux vulnérables (crèches, écoles, Ehpad, centre de soins) sont recensés dans la zone d'étude.

Ces lieux sont reportés dans le tableau et la figure ci-après.

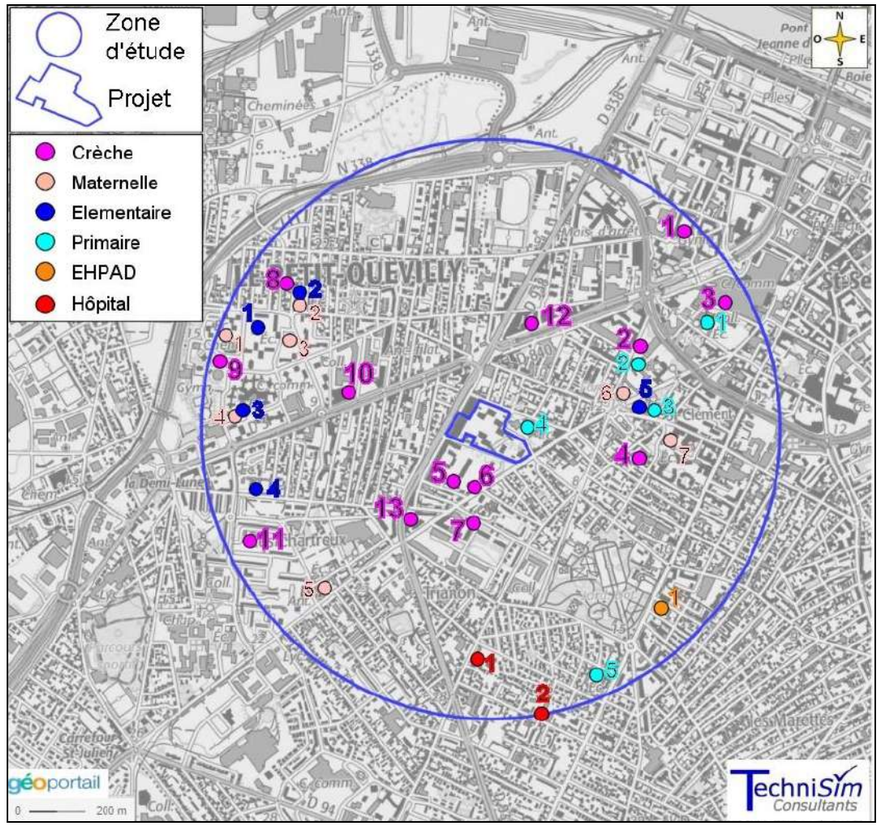


Figure 39 : Localisation des établissements vulnérables à la pollution atmosphérique

[32] https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/qr_air_et_sante.pdf
[33] https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/

Tableau 21 : Liste des établissements vulnérables

Type d'établissement	N°	Nom	Effectif	Adresse	Coordonnées UTM 31	
Crèche	1	Multi-accueil Les Cigognes	12 places	14 Place des Faïenciers 76100 Rouen	360836	5477285
	2	Micro-crèche Les Fées lucioles Camélia	10 places	123 Boulevard de l'Europe 76100 Rouen	360679	5476911
	3	Multi-accueil Les p'tits matelots	15 places	2 Rue Henri Gadeau de Kerville 76100 Rouen	360981	5477041
	4	MAM Tout un monde	12 places	10 Rue Pierre Blanchard 76100 Rouen	360665	5476521
	5	Multi-accueil Graffiti's	40 places	10 Rue Eustache de la Querière 76000 Rouen	360019	5476451
	6	MAM Jardin des Pierrots	12 places	240 Rue Saint-Julien 76100 Rouen	360095	5476437
	7	Multi-accueil Etoile du Sud	60 places	Rue de Chanzy 76000 Rouen	360091	5476326
	8	MAM La Maison enchantée	8 places	1a Av. Jacques Prévert 76140 Le Petit-Quevilly	359453	5477173
	9	Multi-accueil Brin de Malice	30 places	7 Allée Paul Gauguin 76140 Le Petit-Quevilly	359224	5476906
	10	Micro-crèche Neranei	10 places	78 Av. Jean Jaurès 76140 Le Petit-Quevilly	359663	5476761
	11	Multi-accueil Ribambelle	30 places	73 Rue Martial Spinneweber 76140 Le Petit-Quevilly	359304	5476281
	12	Micro-crèche La cour d'Arthur – Les chérubins	10 places	108 Avenue de Caen 76100 Rouen	360298	5476983
	13	Micro-crèche Lemon Baby	12 places	4 rue Jacqueline Auriol 76140 Le Petit-Quevilly	359862	5476341
École Maternelle	1	École maternelle Casanova	83 élèves	4 rue Salvador Allende 76140 Le Petit-Quevilly	359240	5476990
	2	École maternelle Jeanne d'Arc	114 élèves	14 rue Pasteur 76140 Le Petit-Quevilly	359503	5477090
	3	École maternelle Robert Desnos	80 élèves	Rue Jacques Prévert 76140 Le Petit-Quevilly	359459	5476967
	4	École maternelle Elsa Triolet	97 élèves	25 rue Pablo Neruda 76140 Le Petit-Quevilly	359262	5476714
	5	École maternelle Jean Jaurès	129 élèves	26 boulevard Charles de Gaulle 76140 Le Petit-Quevilly	359576	5476115
	6	École maternelle Marie Pape Carpentier	102 élèves	96 rue Saint Julien 76100 Rouen	360624	5476757
	7	École maternelle du Hameau des Brouettes	105 élèves	3 rue du Hameau des Brouettes 76100 Rouen	360773	5476582
École Élémentaire	1	École élémentaire Pablo Picasso	205 élèves	3 rue Salvador Allende 76140 Le Petit-Quevilly	359357	5477013
	2	École élémentaire Louis Pasteur	214 élèves	10 rue Louis Pasteur 76140 Le Petit-Quevilly	359509	5477149
	3	École élémentaire Louis de Saint-Just	160 élèves	27 rue Pablo Neruda 76140 Le Petit-Quevilly	359297	5476744
	4	École élémentaire Chevreul – Delphine Gay	195 élèves	3 rue Chevreul 76140 Le Petit-Quevilly	359334	5476468
	5	École élémentaire Jean Mullot	294 élèves	16 rue Jean Mullot 76100 Rouen	360666	5476691
École Primaire	1	École primaire privée Sacré-Cœur	399 élèves	32 rue Blaise Pascal 76176 Rouen	360894	5476963
	2	École Primaire Rosa Parks	234 élèves	7 rue des Murs Saint-Yon 76100 Rouen	360659	5476862
	3	École primaire privée Saint Sever - Saint Clément	238 élèves	36 rue Etienne Delarue 76100 Rouen	360717	5476683
	4	École maternelle Pépinières Saint Julien École élémentaire Pépinières Saint-Julien	102 élèves 236 élèves	5 allée des Pépinières 76100 Rouen Rue de Gessard 76100 Rouen	360280 360276	5476602 5476655
	5	École maternelle Charles Nicolle École élémentaire Charles Nicolle	97 élèves 176 élèves	1 rue Pierre Curie 76100 Rouen 16 rue Maréchal Gallieni 76100 Rouen	360534 360502	5475797 5475776
EHPAD	1	EHPAD Korian Le Jardin	63 lits	121 Avenue Martyrs de la Résistance 76100 Rouen	360725	5476012
Hôpital	1	Foyer d'Accueil Médicalisé Le Logis de Rouen	39 lits	255 Rue Louis Blanc 76100 Rouen	360083	5475870
	2	Foyer d'Accueil Médicalisé La Bastide de Le Petit Quevilly	12 lits	69 Rue Pierre Sémard 76140 Le Petit Quevilly	360296	5475663

11.7. SYNTHÈSE

L'emprise projet est située sur la commune de Rouen et est constituée en l'état actuel (2018) de tissu urbain discontinu (notamment des bâtiments d'habitations désaffectés).
La zone d'étude s'étend en sus sur le territoire de la commune du Petit-Quevilly et comporte des habitats individuels et collectifs, des espaces verts urbains, des zones d'activités économiques et industrielles, ainsi que diverses voies de transports (réseaux routier, voies ferrées).
La densité de population de la zone d'étude s'élève à 8 119 hab./km².

Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques est fréquemment efficace.
Il demeure que la pluviométrie annuelle est moyenne, avec une occurrence de jours pluvieux fréquente (environ 37 % de l'année et tendant à augmenter compte-tenu des évolutions climatiques si l'on se réfère aux normales provisoires 1991-2020). L'ensoleillement est assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone).
Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants et à la retombée des particules par les précipitations.
Cependant, il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir et notamment avec l'incidence de vents faibles du quart sud-ouest entrainant les polluants émis par la circulation de la D938 vers le projet, d'autant que le projet est situé en contrebas de reliefs moyennement marqués.

Enjeux sanitaires par inhalation
La zone d'étude comporte 25 494 habitants dont 7 537 (soit 29,6 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique.
Au total, 33 établissements vulnérables (crèches, écoles, Ehpad, centre de soins) sont recensés dans la zone d'étude.

Aucune zone à enjeux sanitaires par ingestion n'est présente sur la zone d'étude
D'après la carte d'occupation des sols détaillée et la carte du registre parcellaire agricole 2020, aucune parcelle agricole n'est localisée sur la zone d'étude.
Il a été recensé sur la zone d'étude 3 jardins partagés. Ces derniers ne permettent vraisemblement pas une consommation exclusive des végétaux auto-produits compte-tenu des surfaces de culture. Ainsi ils ne sont pas considérés comme zone à un enjeu sanitaire par ingestion.
Par ailleurs, le projet ne prévoit pas la création de jardins potagers.

5 opérations d'aménagement immobilier sont recensées aux environs du projet.
Ces aménagements sont susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet objet de la présente étude.

12. MESURES *IN SITU*

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, TechniSim Consultants a réalisé une campagne de mesures pour les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote (NO_2) ;
- Les poussières PM10 et PM2,5.

Les prélèvements sont effectués à l'aide d'échantillonneurs passifs pour le NO_2.
Les tubes passifs sont des méthodes alternatives aux méthodes de référence des directives européennes, lourdes et coûteuses à mettre en œuvre (généralement les analyseurs). Néanmoins, leurs performances sont encadrées par les directives-filles de la Directive européennes 96/62/CE et reprise par celle de mai 2008.

La quantification des teneurs en NO_2 dans l'air ambiant s'effectue en deux temps :

- Échantillonnage sur site via les tubes à diffusion passive (sans utilisation de pompe ou tout autre système d'aspiration) exposés dans l'air ambiant ;
- Analyse en laboratoire accrédité (où l'on procède à l'extraction et à l'analyse des produits d'absorption).

Les mesures de PM10 et PM2.5 sont réalisées à l'aide de micro-capteurs laser autonomes. Les micro-capteurs laser relèvent les concentrations toutes les 5 minutes.

Le matériel utilisé au cours de la campagne est illustré ci-dessous.

Figure 40 : Tube passif pour NO_2 et micro-capteur laser

Note : Les descriptifs techniques des appareils de mesure et d'analyse sont disponibles en détail en annexe.

12.1. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Les emplacements des points de mesure ont été choisis de manière à couvrir et caractériser au mieux le secteur projet.
Chaque point de mesure est repéré sur une carte géoréférencée (GPS WGS 84) et fait l'objet d'une documentation importante et précise : localisation, dates et les heures de pose/dépose des tubes de prélèvement et capteurs ; hauteur de prélèvement, distances aux sources de pollution (axes routiers, parkings, …), description de l'environnement immédiat du point de mesure (habitations, …).
L'ensemble de ces renseignements est regroupé dans les fiches jointes en annexe.

Au-delà des critères de choix des sites, tous les tubes sont installés sur des poteaux, lampadaires ou autres mobiliers publics dégagés de tout obstacle, afin de permettre une libre circulation de l'air autour du point d'échantillonnage. La hauteur de mesure est choisie de manière à caractériser le mieux possible l'exposition des personnes au sol, en se préservant toutefois des risques de vol et de vandalisme (soit environ 2,5 m du sol).

La campagne de mesure s'est déroulée du 29 avril au 10 mai 2022.

Les prélèvements de NO_2 ont été effectués sur 8 points. Afin de s'assurer de la répétabilité des mesures, des réplicats ont été réalisés pour l'ensemble des points à l'exception du point n°5. Un 'blanc' a été réalisé pour vérifier la non-contamination des échantillons pendant le transport (Point n°5).

Les mesure de PM10 et PM2,5 ont été réalisées au niveau des points n°5, n°7 et n°8.

Le tableau suivant indique la typologie de chaque point de mesure ; la carte en page suivante indique la localisation des points de mesure.

Tableau 22 : Typologie des points de mesure

POINTS	Remarque Typologie	POINTS	Remarque Typologie
N°1	Fond urbain	**N°5**	Fond urbain
N°2	Trafic	**N°6**	Trafic
N°3	Trafic	**N°7**	Trafic
N°4	Trafic	**N°8**	Trafic

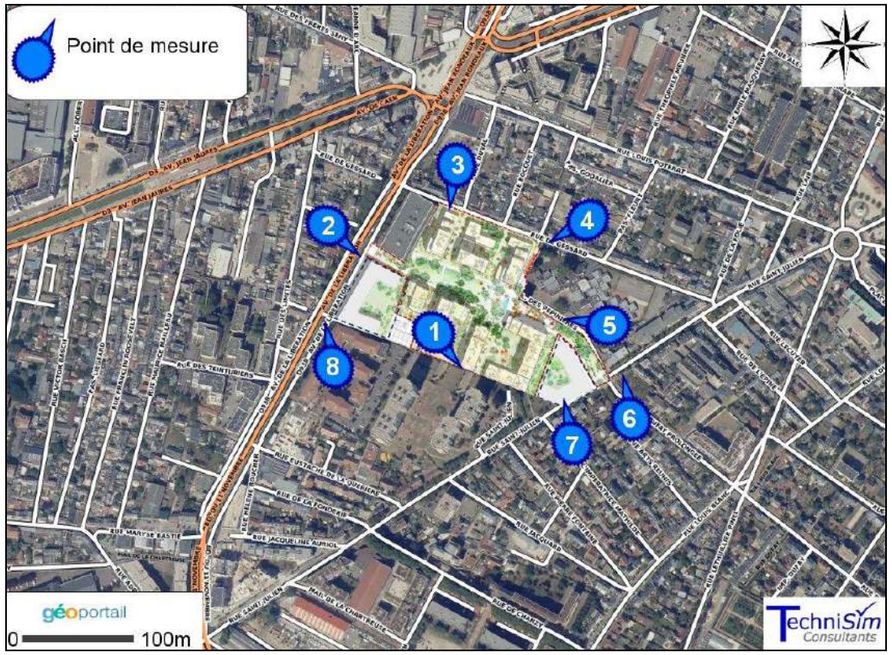


Figure 41 : Localisation des points de mesure in situ

Avertissement important : les résultats sont valables exclusivement à proximité des points de mesures.

12.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La station météorologique la plus proche, est celle de Rouen-Boos, situé à 10 km au sud-est du projet. Les conditions météorologiques détaillées relatives à la période des mesures sont disponibles en annexe.

Lors de la campagne de mesure, les précipitations ont été nulles et les vents ont été majoritairement faibles. Les températures et l'ensoleillement ont été supérieurs aux normales de saison. Ces paramètres sont justifiés par des conditions anticycloniques.

Rappel : Le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h et les fortes précipitations rabattent les polluants les plus solubles ainsi que les particules vers le sol. Ces paramètres sont liés par des conditions dépressionnaires. Par conséquent, ceux-ci permettent une amélioration de la qualité de l'air.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 12 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants.

12.3. RÉSULTATS DES MESURES *IN SITU*

12.3.1. Particules PM10 et PM2,5

Les mesures ont été réalisées :

- du 29 avril 2022 à 10h54 au 10 mai 2022 à 10h49 pour le point n°5.
- du29 avril 2022 à 10h38 au 10 mai 2022 à 10h53 pour le point n°7.
- du 29 avril 2022 à 10h14 au 10 mai 2022 à 11h09 pour le point n°8.

Les graphiques suivants illustrent l'évolution des concentrations ponctuelles en PM10 et PM2,5 pour chaque point de mesure.

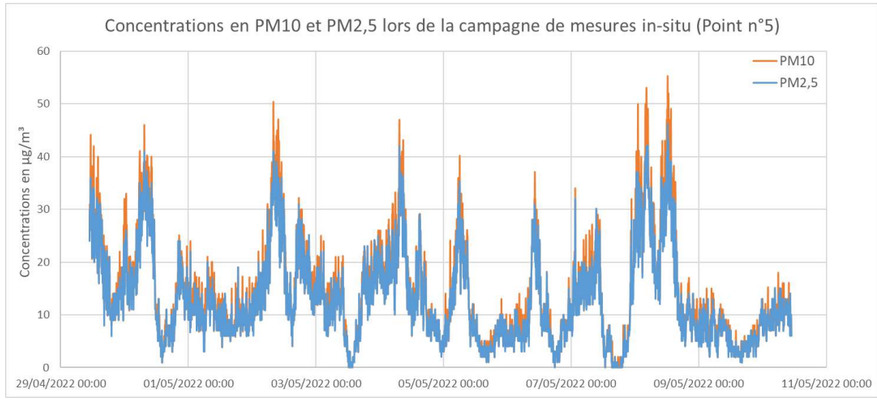


Figure 42 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°5 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes**)**

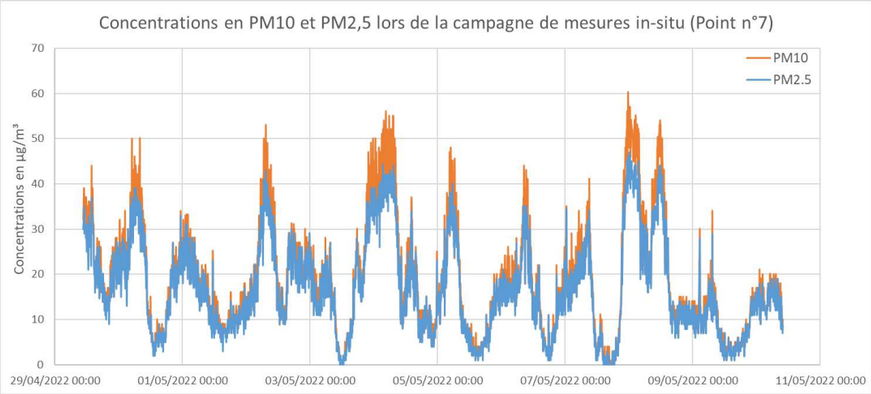


Figure 43 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°7 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes**)**

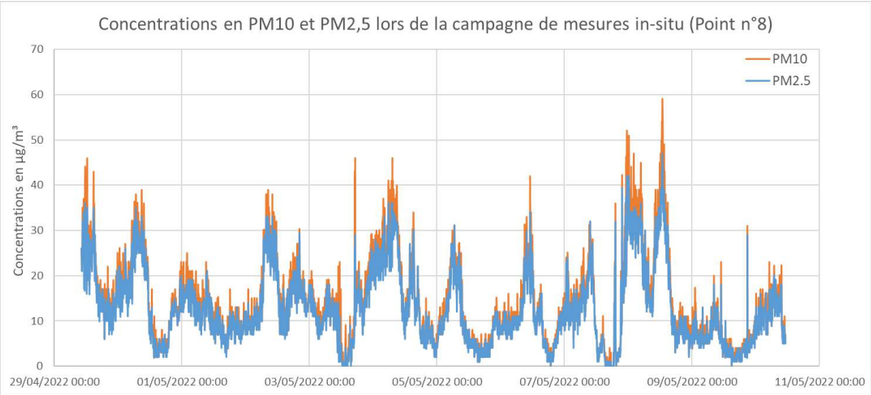


Figure 44 : Résultats des mesures de particules PM10 et PM2,5 au point n°8 (fréquence de mesure : toutes les 5 minutes**)**

Les résultats en moyennes journalières et sur la période de mesure sont disponibles dans les tableaux et graphiques ci-après.
La dernière ligne de chaque tableau présente les concentrations moyennes en particules PM10 et PM2,5, le pourcentage de couverture des données et le rapport PM2,5/PM10 moyens pour l'ensemble de la campagne de mesures.

❖ **Point n°5**

Tableau 23 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°5

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
29/04/2022	54,6 %	19,7	18,3*	93,4 %
30/04/2022	100,0 %	17,6	16,4*	93,4 %
01/05/2022	100,0 %	10,5	9,8	93,6 %
02/05/2022	100,0 %	20,7	19,3*	93,5 %
03/05/2022	100,0 %	12,3	11,5	93,9 %
04/05/2022	100,0 %	16,7	15,5*	92,5 %
05/05/2022	100,0 %	10,5	9,8	93,3 %
06/05/2022	100,0 %	9,6	8,9	93,0 %
07/05/2022	100,0 %	11,0	10,1	92,0 %
08/05/2022	100,0 %	23,3	21,1*	90,6 %
09/05/2022	100,0 %	6,3	5,7	90,4 %
10/05/2022	45,1 %	10,1	9,7	95,5 %
Période	**91,6 %**	**14,0**	**13,0**	**92,7 %**

* : Dépassement de la recommandation de l'OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an)

Le pourcentage de couverture des mesures en continu au point n°5 est de 91,6 % sur 12 jours (10 jours complets et 2 journées partielles).

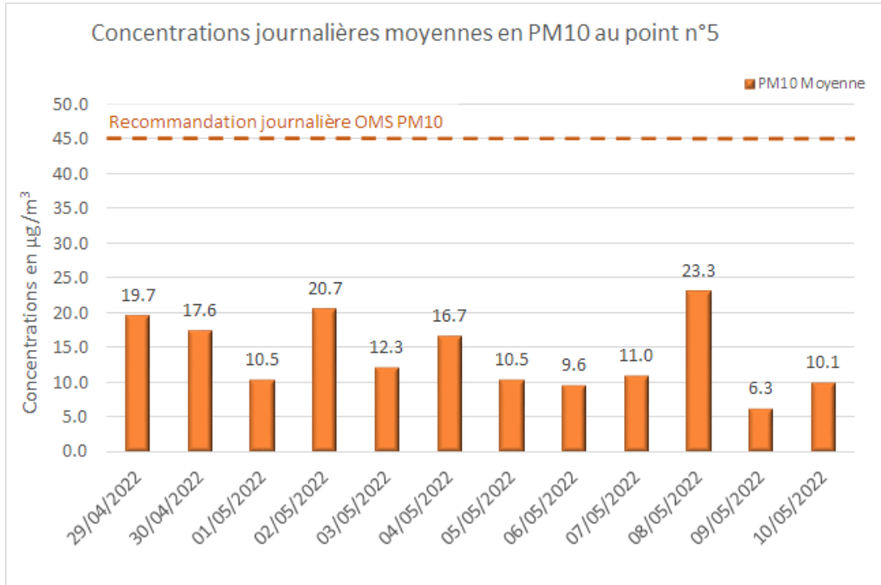


Figure 45 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°5

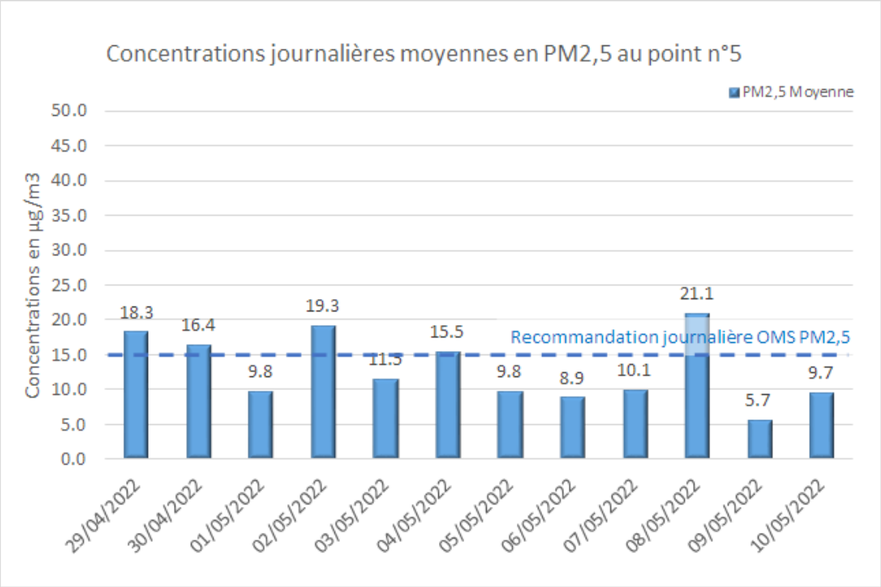


Figure 46 : Concentrations moyennes journalières en PM2.5 au point n°5

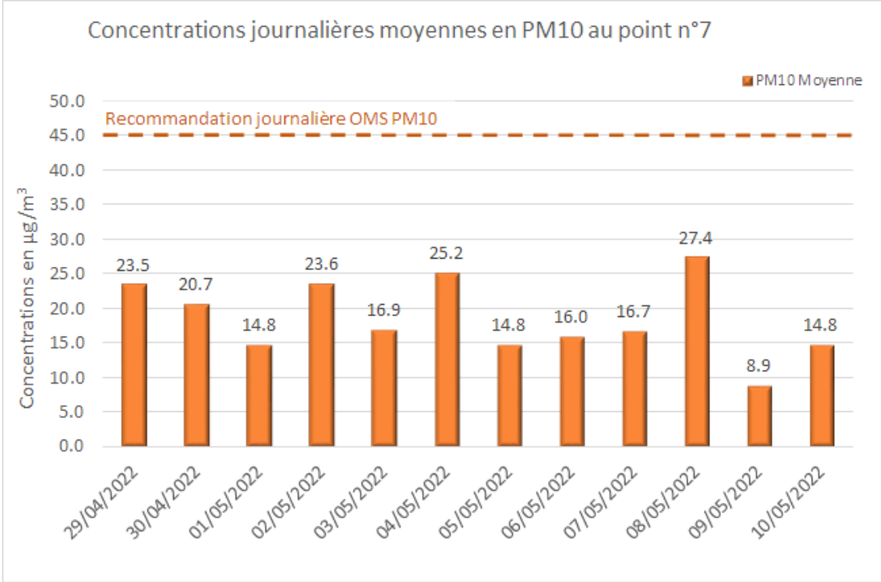


Figure 47 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°7

❖ **Point n°7**

Tableau 24 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°7

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
29/04/2022	59,9 %	23,5	21,6*	91,9 %
30/04/2022	100,0 %	20,7	18,8*	90,9 %
01/05/2022	100,0 %	14,8	13,8	93,3 %
02/05/2022	100,0 %	23,6	21,7*	92,1 %
03/05/2022	100,0 %	16,9	15,6*	91,9 %
04/05/2022	100,0 %	25,2	22,3*	88,4 %
05/05/2022	100,0 %	14,8	13,6	92,0 %
06/05/2022	100,0 %	16,0	14,7	91,7 %
07/05/2022	100,0 %	16,7	14,8	89,0 %
08/05/2022	100,0 %	27,4	24,1*	88,0 %
09/05/2022	100,0 %	8,9	8,2	92,6 %
10/05/2022	41,2 %	14,8	14,0	94,6 %
Période	**91,8 %**	**18,6**	**16,9**	**90,8 %**

* : Dépassement de la recommandation de l'OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an)

Le pourcentage de couverture des mesures en continu pour la campagne est de 91,8 % sur 12 jours (10 jours complets et 2 journées partielles).

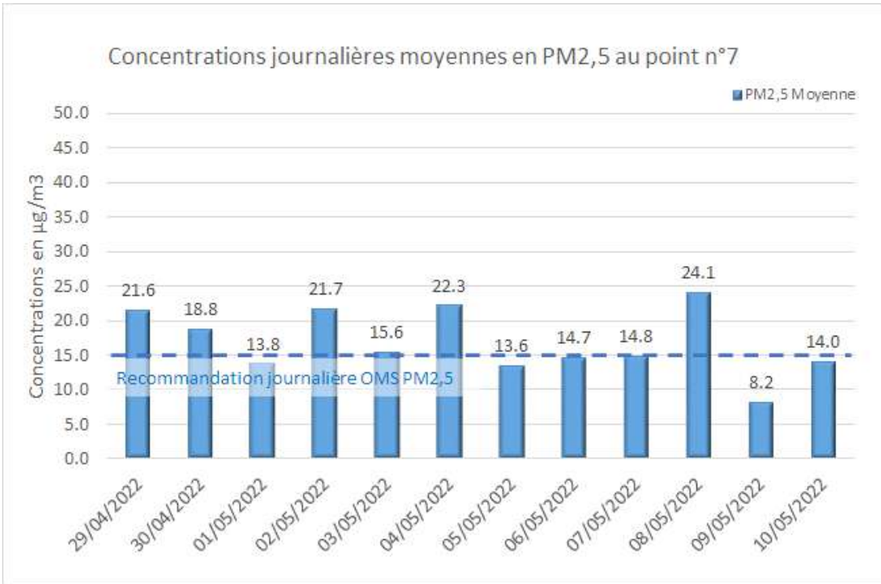


Figure 48 : Concentrations moyennes journalières en PM2,5 au point n°7

❖ **Point n°8**

Tableau 25 : Résultats des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 pour le point n°8

DATE	Pourcentage de couverture journalière des mesures	Moyenne PM10 (µg/m³)	Moyenne PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10
29/04/2022	61,5 %	20,2	18,0*	89,0 %
30/04/2022	100,0 %	15,5	14,2	91,4 %
01/05/2022	100,0 %	11,4	10,4	91,1 %
02/05/2022	100,0 %	17,6	16,2*	92,3 %
03/05/2022	100,0 %	12,3	10,9	88,6 %
04/05/2022	100,0 %	18,2	16,6*	91,1 %
05/05/2022	100,0 %	10,2	9,3	90,7 %
06/05/2022	100,0 %	11,4	10,4	91,3 %
07/05/2022	100,0 %	13,3	12,0	90,4 %
08/05/2022	100,0 %	21,7	19,2*	88,6 %
09/05/2022	100,0 %	6,3	5,5	88,5 %
10/05/2022	42,3 %	12,7	11,7	91,9 %
Période	**92,0 %**	**14,1**	**12,8**	**90,4 %**

* : Dépassement de la recommandation de l'OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an)

Le pourcentage de couverture des mesures en continu pour la campagne est de 92,0 % sur 12 jours (10 jours complets et 2 journées partielles).

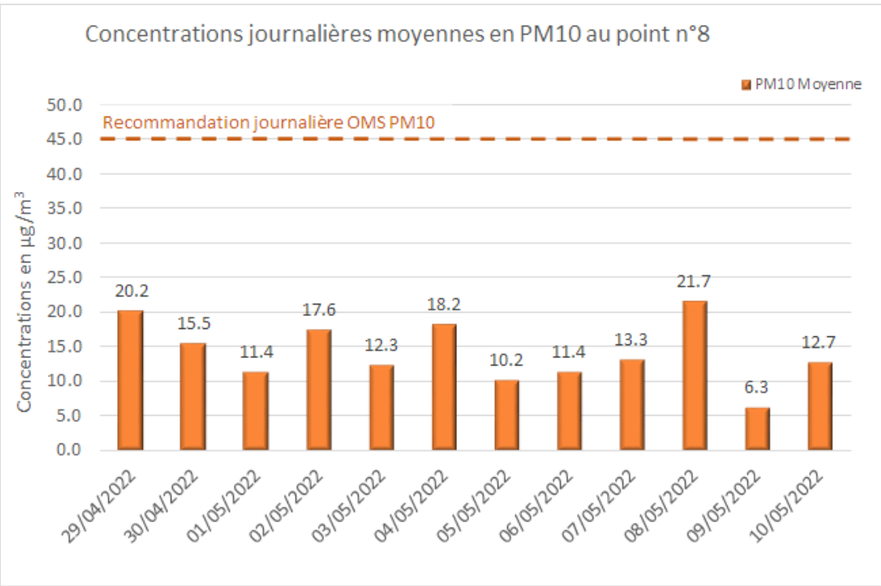


Figure 49 : Concentrations moyennes journalières en PM10 au point n°8

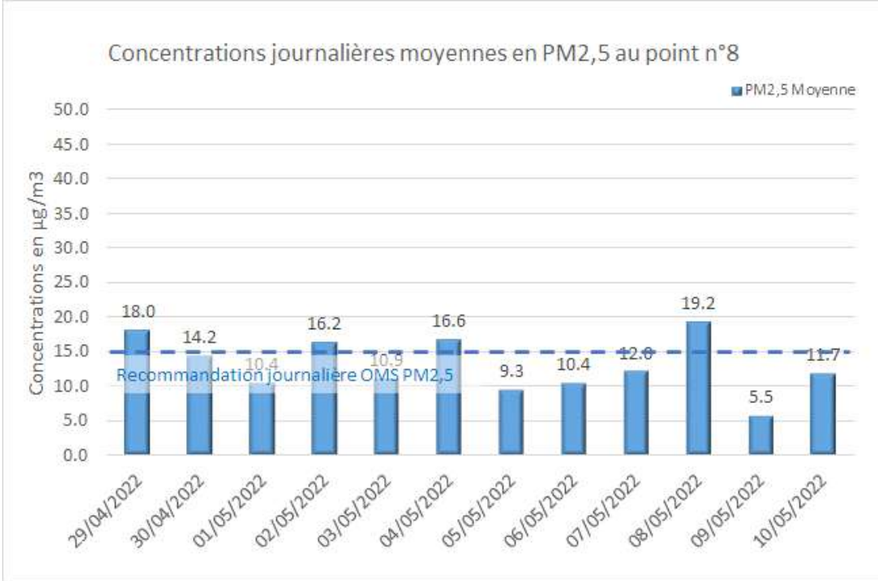


Figure 50 : Concentrations moyennes journalières en PM2,5 au point n°8

❖ **Interprétation des résultats**

Sur la période de mesure effective des particules pour chaque point, les teneurs moyennes en PM10 et PM2,5 sont respectivement :

- Point n°5 : 14,0 µgPM10/m³ et 13,0 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 92,7 % PM10).
- Point n°7 : 18,6 µgPM10/m³ et 16,9 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 90,8 % PM10).
- Point n°8 : 14,1 µgPM10/m³ et 12,8 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 90,4 % PM10).

Note : Compte-tenu de la durée de la campagne de mesures, ces concentrations ne sont bien entendu pas comparables à une moyenne annuelle.

Les concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2,5 ont été comprises :

- Au point n°5 :
  - entre 6,3 µgPM10/m³ (le 09/05/2022) et 23,3 µgPM10/m³ (le 08/05/2022)
  - entre 5,7 µgPM2,5/m³ (le 09/05/2022) et 21,1 µgPM2,5/m³ (le 08/05/2022).

- Au point n°7 :
  - entre 8,9 µgPM10/m³ (le 09/05/2022) et 27,4 µgPM10/m³ (le 08/05/2022)
  - entre 8,2 µgPM2,5/m³ (le 09/05/2022) et 24,1 µgPM2,5/m³ (le 08/05/2022)
- Au point n°7 :
  - entre 6,3 µgPM10/m³ (le 09/05/2022) et 21,7 µgPM10/m³ (le 08/05/2022)
  - entre 5,5 µgPM2,5/m³ (le 09/05/2022) et 19,2 µgPM2,5/m³ (le 08/05/2022).

Selon les recommandations de l'OMS, le seuil de 45 µg/m³ en moyenne journalière ne doit pas être dépassé plus de 3 à 4 jours par an pour les particules **PM10**.

- Point n°5 : Aucun dépassement journalier pour les PM10 sur la période de mesure.
- Point n°7 : Aucun dépassement journalier pour les PM10 sur la période de mesure.
- Point n°8 : Aucun dépassement journalier pour les PM10 sur la période de mesure.

Remarque : la réglementation française autorise quant à elle 35 jours par an de dépassement du seuil de 50 µgPM10/m³.

Pareillement, l'OMS recommande de ne pas dépasser le seuil de 15 µg/m³ en moyenne journalière plus de 3 à 4 jours par an pour les **PM2,5**.

- Point n°5 : 5 dépassements journaliers pour les PM2,5 sur la période de mesure.
- Point n°7 : 6 dépassements journaliers pour les PM2,5 sur la période de mesure.
- Point n°8 : 4 dépassements journaliers pour les PM2,5 sur la période de mesure.

Remarque : La réglementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5.

Les concentrations moyennes en particules au point n°7 (18,6 µgPM10/m³ et 16,9 µgPM2,5/m³) sont supérieures à celles des points n°5 (14,0 µgPM10/m³ et 13,0 µgPM2,5/m³) et n°8 (14,1 µgPM10/m³ et 12,8 µgPM2,5/m³).

❖ **Comparaison avec les mesures des stations ATMO Normandie**

À titre purement *informatif*, les résultats des concentrations journalières des stations Atmo Normandie pour les particules ; les rapports PM2,5/PM10 et la concentration moyenne globale sur le même laps de temps que les mesures *in situ* sont indiqués dans le tableau suivant.

Tableau 26 : Résultats de mesures Atmo Normandie en particules PM10 et PM2,5 du 29 avril au 10 mai 2022 en moyennes journalières et en moyenne sur la période

	Le Petit Quevilly	Rouen Centre (Palais de justice)			Rouen Quai de Paris			CH du Rouvray
	Trafic urbain	Fond urbain			Trafic urbain			Fond urbain
DATE	Moy PM10 (µg/m³)	Moy PM10 (µg/m³)	Moy PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10	Moy PM10 (µg/m³)	Moy PM2,5 (µg/m³)	Rapport PM2,5/PM10	Moy PM10 (µg/m³)
29/04/2022	45,5*	29,3	21,3*	72,7 %	34,9	18,7*	53,6 %	30,8
30/04/2022	25,0	17,5	12,6	72,1 %	23,1	11,6	50,4 %	18,7
01/05/2022	19,4	13,3	10,0	75,5 %	16,5	10,0	60,9 %	15,0
02/05/2022	32,0	20,7	15,3*	73,8 %	26,7	14,6	54,8 %	22,1
03/05/2022	30,1	15,0	10,8	72,1 %	20,5	10,8	52,3 %	17,0
04/05/2022	35,8	19,9	13,4	67,3 %	29,3	12,9	44,0 %	18,2
05/05/2022	31,5	13,3	9,1	68,6 %	24,0	10,5	44,0 %	13,5
06/05/2022	30,7	18,5	11,1	60,0 %	26,3	10,3	39,2 %	17,5
07/05/2022	21,8	13,6	9,9	73,0 %	19,3	9,8	50,6 %	14,3
08/05/2022	25,3	18,2	14,6	80,3 %	24,1	12,8	52,9 %	19,2
09/05/2022	25,2	22,5	9,8	43,5 %	24,4	8,7	35,6 %	16,4
10/05/2022	17,4	18,3	8,2	44,7 %	28,9	8,0	27,6 %	16,4
Période	**28,9**	**18,3**	**12,2**	**66,4 %**	**24,8**	**11,6**	**46,5 %**	**18,2**

* : Dépassement de la recommandation de l'OMS (45 µgPM10/m³ et 15 µgPM2,5/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an)

Les concentrations moyennes en PM10 et PM2,5 déterminées par Atmo Normandie, sur la période correspondant au mesures *in situ,* sont :

- Stations trafics
  - « Rouen Quai de Paris » : 24,8 µgPM10/m³ et 11,6 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 46,5 % PM10).
  - « Le Petit Quevilly » : 28,9 µgPM10/m³.
- Stations de fond urbain
  - « Rouen centre » : 18,3 µgPM10/m³ et 12,2 µgPM2,5/m³ (fraction PM2,5 = 66,4 % PM10).
  - « CH du Rouvray » : 18,2 µgPM10/m³.

Les concentrations mesurées au niveau de l'ensemble des points de mesure *in situ* sont de l'ordre de grandeur des concentrations mesurées en condition de fond urbain par Atmo Normandie.

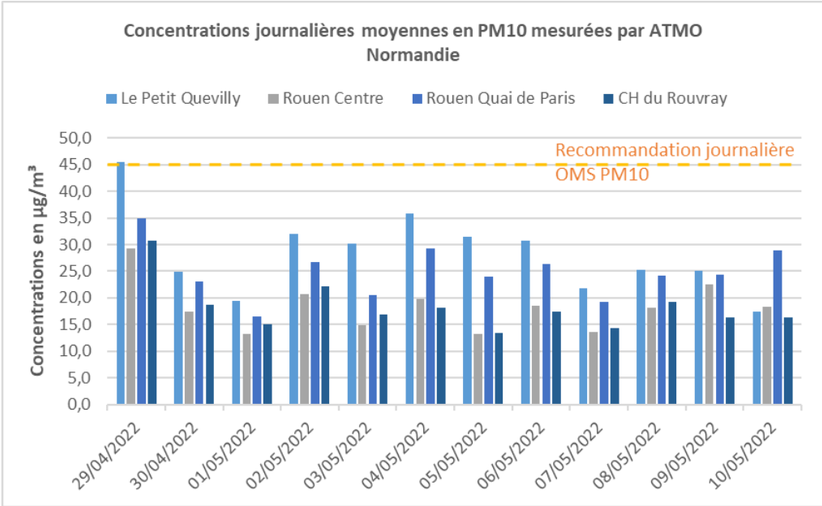


Figure 51 : Concentrations moyennes journalières en PM10 mesurées par Atmo Normandie sur la période correspondant aux mesures *in situ*

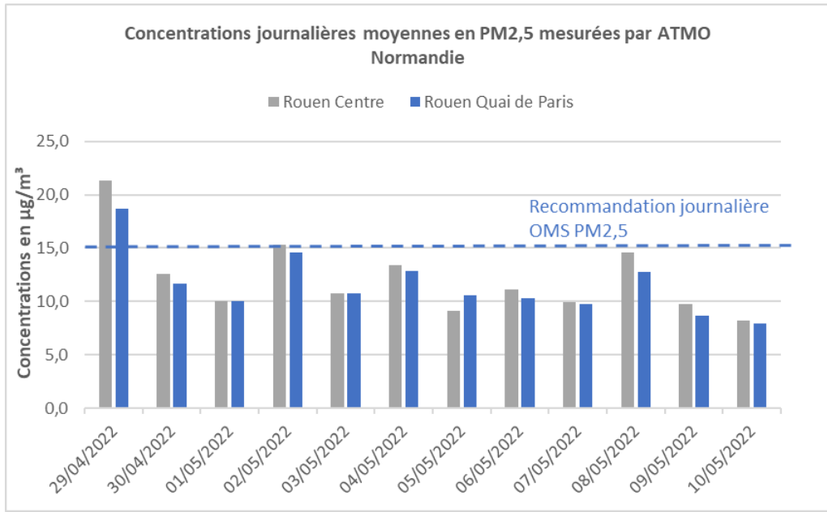


Figure 52 : Concentrations moyennes journalières en PM2,5 mesurées par Atmo Normandie sur la période correspondant aux mesures *in situ*

Les concentrations moyennes journalières en PM10 et PM2,5 mesurées par Atmo Normandie ont été comprises :

- Stations trafic :
  - « Rouen Quais de Paris » :
    - Entre 16,5 µgPM10/m³ (le 01/05/2022) et 34,9 µgPM10/m³ (le 29/04/2022).
    - Entre 8,0 µgPM2,5/m³ (le 10/05/2022) et 18,7 µgPM2,5/m³ (le 29/04/2022).
  - « Le Petit Quevilly » : entre 17,4 µgPM10/m³ (le 10/05/2022) et 45,5 µgPM10/m³ (le 29/04/2022).
- Stations de fond urbain
  - « Rouen Centre » :
    - Entre 13,3 µgPM10/m³ (les 01 et 05/05/2022) et 29,3 µgPM10/m³ (le 29/04/2022.
    - Entre 8,2 µgPM2,5/m³ (le 10/05/2022) et 21,3 µgPM2,5/m³ (le 29/04/2022) µg/m³.
  - « CH du Rouvray » : entre 13,5 µgPM10/m³ (le 05/05/2022) et 30,8 µgPM10/m³ (le 29/04/2022).

Plusieurs dépassements des recommandations journalières de l'OMS sont également observés au niveau des stations de mesure Atmo Normandie sur la période correspondant aux mesure *in situ* :

- Stations trafic :
  - « Rouen Quai de Paris » :
    - 1 dépassement journalier pour les PM10.
    - 1 dépassement journalier pour les PM2,5.
  - « Le Petit Quevilly » : 1 dépassement journalier pour les PM10.
- Stations de fond urbain :
  - « Rouen Centre » :
    - Aucun dépassement journalier pour les PM10
    - 2 dépassements journaliers pour les PM2,5.
  - « CH du Rouvray » : Aucun dépassement journalier pour les PM10

Il est possible de conclure que - pendant la période de mesure - la qualité de l'air du secteur d'étude est impactée par les particules, principalement les PM2,5, au vu des dépassements des recommandations journalières de l'OMS pour celles-ci.
Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 12 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants.

12.3.2. Dioxyde d'azote

Les collecteurs passifs ont été exposés du 29 avril au 10 mai 2022 avant d'être ensuite transmis au laboratoire accrédité pour analyse.
Les résultats des mesures sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau 27 : Résultats des mesures de dioxyde d'azote [µg/m³]

Points	Durée d'exposition	Moyenne NO_2 [µg/m³]	Coefficient de variation des réplicats
N°1	264,7 h	14,3	0,6 %
N°2	265,0 h	25,3	2,3 %
N°3	263,7 h	18,1	2,7 %
N°4	263,8 h	15,8	0,0 %
N°5 (blanc)	264,0 h	< LD	-
N°5	264,0 h	13,5	-
N°6	264,3 h	19,5	1,3 %
N°7	264,3 h	15,8	1,6 %
N°8	265,0 h	22,9	0,7 %

LD (Limite Détection) = 0,8 µg/m³

❖ **Validité des mesures**

Les écarts relatifs entre les duplicatas d'un point de mesure de NO_2 sont calculés selon la formule suivante :

$$ER[\%] = 100 \times \left| \frac{m-a}{m} \right|$$

avec :

$$m = \frac{a+b}{2}$$

a : Concentration mesurée pour l'échantillonneur A
b : Concentration mesurée pour l'échantillonneur B

Ces écarts relatifs informent de la dispersion des résultats.

Pour les points de mesure ayant été doublés, l'écart relatif est inférieur à 5 %, ce qui confirme une répétabilité correcte de la méthode de mesure.
La valeur du blanc est inférieure à la limite de détection.

❖ **Interprétation des résultats**

À titre informatif, les seuils réglementaires sont les suivants :

- 40 µgNO_2/m³ en moyenne annuelle ;
- 200 µgNO_2/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an.

Le graphe suivant illustre les teneurs mesurées en dioxyde d'azote pendant la campagne. Compte-tenu de la durée de la campagne de mesure, les résultats ne sont pas directement comparables à une teneur annuelle, ils informent toutefois de la répartition spatiale de la pollution en NO_2 entre les différents points de mesures.

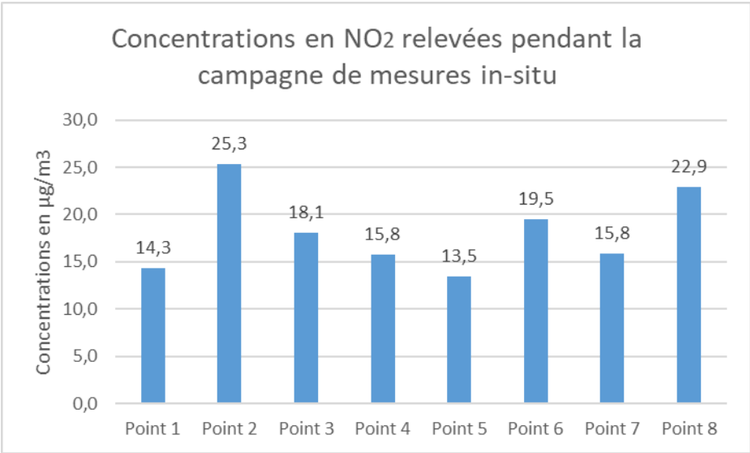


Figure 53 : Résultats des mesures en dioxyde d'azote

Les teneurs relevées sont comprises entre 13,5 µg/m³ au point n°5 (devant l'école) et 25,3 µg/m³ au point n°2 (trafic Avenue de la libération).

Les points n°2 et n°8, situés sur l'avenue de la libération (route présentant le plus fort trafic de la zone d'étude), présentent les concentrations en NO_2 les plus élevées (>20,0 µg/m³).
Les points n°3, 4, 6 et 7 sont également en situation de trafic. Ils sont situés sur des routes à trafic moins élevés. Ils présentent des concentrations autour de 15,8 µg/m³ (points 4 et 7) et 19,5 µg/m (point 6).
Les points n°1 et 5, implantés en situation de fond urbain présentent les concentrations plus faibles (< 15,0 µg/m³).

Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne.

❖ **Comparaison avec les données ATMO Normandie**

Le tableau ci-dessous résume les données d'Atmo Normandie en NO_2 sur la même période de mesure.

Tableau 28 : Données d'ATMO Normandie disponibles sur les concentrations en NO_2 mesurées du 29 avril au 10 mai 2022

Données NO_2 des stations Atmo Normandie Du 29 avril au 10 mai 2022	Le Petit Quevilly	Rouen Centre	Rouen Quai de Paris	CH du Rouvay
	Trafic urbain	Fond urbain	Trafic urbain	Fond urbain
Concentration moyenne	48,9	15,8	29,9	11,7
Concentration maximum horaire sur la période	114	79,6	82	51,7
Nombre de dépassements du seuil de recommandation et d'information *(200 µg/m³ en moyenne horaire)*	0	0	0	0
Nombre de dépassements du seuil d'alerte *(200 µg/m³ en moyenne horaire si dépassement la veille et risque de dépassement le lendemain)*	0	0	0	0
Nombre de dépassements du seuil d'alerte *(400 µg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant 3h consécutives)*	0	0	0	0

Au niveau des stations de mesures Atmo Normandie, aucun dépassement du seuil horaire en NO_2 n'est enregistré sur la période correspondant à la campagne de mesure *in situ*.

Les points de mesure *in situ* n°1, 4, 5 et 7 présentent des concentrations équivalentes à celle mesurée par Atmo Normandie au niveau de la station de fond urbain « Rouen centre ».
Les autre points (n°2, 3, 6 et 8) présentent des teneurs plus élevées que les points précédemment cités, mais les concentrations relevées demeurent plus faibles que celles des stations Atmo Normandie en condition trafic. Ceci est à corréler aux volumes de trafic plus faibles sur les axes routier d'implantation des points de mesure comparativement aux axes routiers des stations Atmo.

La station « Le Petit Quevilly » possède une concentration moyenne en NO_2 largement au-dessus des mesures *in situ*. Celle de « Rouen Quai de Paris » est de l'ordre de grandeur des points 2 et 8. Celles de « Rouen Centre » et « CH Rouvray » sont de l'ordre de grandeur des points 1, 3, 4, 5, 6 et 7.

Même si les résultats des mesures *in situ* en NO_2 font ressortir l'influence du trafic routier sur la qualité de l'air (concentrations d'autant plus élevées le long des voies routières que les volumes de trafic sont importants), les concentrations demeurent modérées (< 30 µg/m³).

12.4. SYNTHESE

Afin de qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, il a été réalisé une campagne de mesures *in situ* du dioxyde d'azote sur 8 points et des particules sur 3 points (n°5, 7 et 8) sur la période du 29 avril au 10 mai 2022.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 12 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants (vents faibles sur près 90 % de la période, conditions anticycloniques, précipitation nulles).

Pour les particules PM10 et PM2,5 les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques.
Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, pour le point n°7, de 18,6 µgPM10/m³ et 16,9 µgPM2,5/m³. Ces teneurs sont supérieures à celles relevées au niveau des points n°5 (14,0 µgPM10/m³ et 13,0 µgPM2,5/m³) et n°8 (14,1 µgPM10/m³ et 12,8 µgPM2,5/m³).
Sur la période de 12 jours, aucun dépassement du seuil réglementaire journalier en PM10, ni de la recommandation journalière de l'OMS n'est enregistré au niveau des points n°5, 7 et 8. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m³ sur l'année et l'OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m³ ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an.
Concernant les PM2,5, plusieurs dépassements du seuil journalier préconisé par l'OMS (15 µg/m³) sont constatés aux points n°5 (5 jours), n°7 (6 jours) et n°8 (4 jours). L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an (rappel : la règlementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5).

Pour le dioxyde d'azote, les teneurs relevées sont comprises entre 13,5 µg/m³ au point n°5 (devant l'école, condition de fond urbain) et 25,3 µg/m³ au point n°2 (Avenue de la libération, condition trafic urbain).
Les points n°2 et n°8, situés sur l'avenue de la libération (route présentant le plus fort trafic de la zone d'étude), présentent les concentrations en NO_2 les plus élevées (>20,0 µg/m³).
Les points n°2 et n°8, situés sur l'avenue de la libération (route présentant le plus fort trafic de la zone d'étude), présentent les concentrations en NO_2 les plus élevées (>20,0 µg/m³).
Les points n°3, 4, 6 et 7 sont également en situation de trafic. Ils sont situés sur des routes à trafic moins élevés. Ils présentent des concentrations autour de 15,8 µg/m³ (points 4 et 7) et 19,5 µg/m (point 6).
Les points n°1 et 5, implantés en situation de fond urbain présentent les concentrations plus faibles (< 15,0 µg/m³).

Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne.

Il faut garder à l'esprit que ces résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la durée des mesures et ne sont pas comparables à la réglementaiton en moyenne annuelle. En outre, les valeurs sont valables exclusivement à proximité des points de mesure.

Les concentrations en polluants relevées au niveau des différents points de mesures *in situ* sont reportées sur la planche suivante.

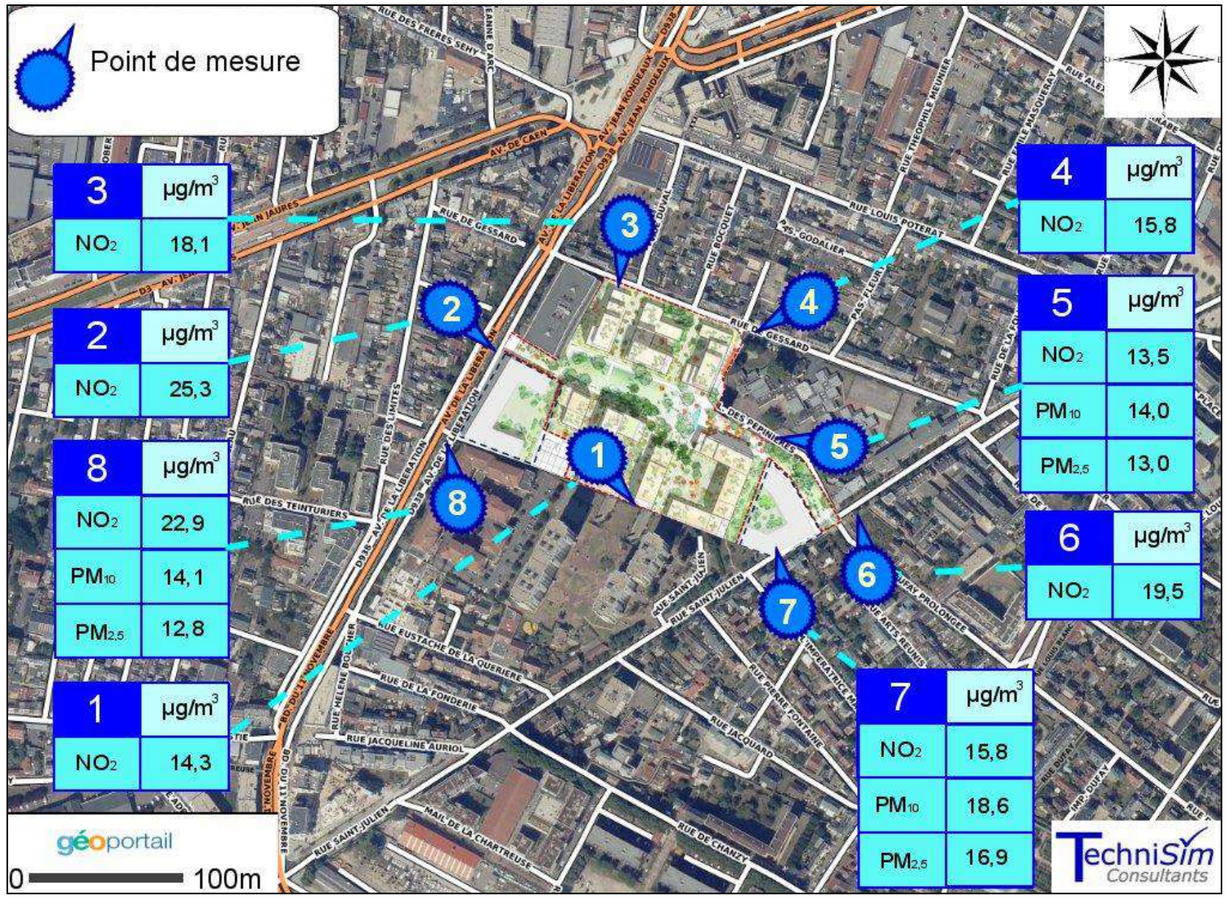


Figure 54 : Résultats des mesures *in situ*

Conclusion de l'état actuel

13. PERSPECTIVE D'ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL

La commune de Rouen présente une qualité de l'air qualifiée de plutôt « moyenne » selon l'indice ATMO 2021.

Concernant le secteur résidentiel et tertiaire et les activités, 5 projets d'aménagements sont recensés dans les environs du projet. La population supplémentaire (résidents / travailleurs) et les visiteurs et approvisionnements supplémentaires induits par la réalisation de ces programmes va nécessairement générer une augmentation des déplacements sur le secteur et donc vraisemblablement des trafics. Les émissions liées au bâti devraient quant à elles être restreintes en fonction du recours aux énergies renouvelables ainsi que des normes énergétiques constructives mises en place (qui plus est si la RE2020 est applicable à ces projets).

Regardant l'augmentation du trafic potentiellement induite, les émissions supplémentaires devraient être compensées (au moins partiellement) par l'amélioration technologique des véhicules et le renouvellement du parc automobile.

Par ailleurs, la qualité de l'air a tendance à s'améliorer graduellement ces dernières années et devrait conserver cette évolution, d'autant plus que les années à venir vont voir se généraliser les améliorations technologiques des véhicules routiers, le développement des nouveaux types de mobilité (vélos électriques, …), l'abandon progressif du carburant diesel et l'arrêt des ventes de véhicules fonctionnant aux carburants fossiles en 2040 (loi LOM). Cette dernière mesure pourrait être ramenée à échéance 2035 par application du projet de la Commission européenne présenté le 14 juillet 2021 (Pacte vert pour l'Europe).
Pour l'ozone en revanche, les concentrations ne devraient pas expérimenter la même trajectoire dans le futur, étant donné que la formation de ce polluant est largement dépendante des conditions météorologiques. En effet, les rayonnements ultra-violets solaires et les températures élevées liées aux vagues de chaleur de plus en plus fréquentes que l'on retrouve en région Normandie (à l'instar de la France métropolitaine) favorisent des teneurs importantes en ozone en saison estivale.

14. CONCLUSION DE L'ÉTAT ACTUEL

Le présent état actuel s'inscrit dans le cadre du volet Air et Santé du projet d'aménagement immobilier « des Pépinières » à Rouen dans la Seine-Maritime [76].

L'état actuel a été mené en prenant pour cadre la *Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019* relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières et en l'adaptant à une opération d'aménagement urbain.

Les zones à enjeux au regard de la pollution atmosphérique sont les voies routières à circulation importante et leurs abords proches (notamment la RN338 et en moindre mesur les départementales RD3 et RD938) [cf. Carte ATMO Normandie modélisation NO_2].

Les **zones à enjeux** en termes de **population** sont les habitants (actuels et futurs) de la zone d'étude résidant sur les secteurs en dépassement des recommandations de l'OMS, les établissements vulnérables à la pollution atmosphérique (Nombre et localisation des habitants de la zone d'étude par carreaux INSEE de 200m x 200m résidant dans les zones en dépassement des recommandations de l'OMS ; localisation des lieux vulnérables, futurs résidents du projet).

Aucune **zone à enjeu sanitaire par ingestion** n'est recensée. En effet, ni parcelles agricoles, ni jardin potager individuel ou collectif ne sont présents en l'état actuel. La programmation du projet n'inclut pas d'espaces verts à vocation alimentaire.

Le tableau et la figure qui suivent synthétisent l'état actuel et les enjeux de la zone d'étude.

Tableau 29 : Synthèse de l'état actuel

DOMAINES		Sensibilité
COMPATIBILITÉ DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION		
En l'état actuel de la définition et des connaissances des intentions de projet, ce dernier s'inscrit en cohérence avec les documents de planification en lien avec la qualité de l'air.		
COMPOSITION DE LA ZONE D'ÉTUDE		
Caractéristiques de la zone d'étude	L'emprise projet est située sur la commune de Rouen et est constituée en l'état actuel (2018) de tissu urbain discontinu (notamment des bâtiments d'habitations désaffectés). La zone d'étude s'étend en sus sur le territoire de la commune du Petit-Quevilly et comporte des habitats individuels et collectifs, des espaces verts urbains, des zones d'activités économiques et industrielles, ainsi que diverses voies de transports (réseaux routier, voies ferrées). La densité de population de la zone d'étude s'élève à 8 119 hab./km².	
	La population de la zone d'étude, était, en 2015 (dernières données disponibles à l'échelle géographique adéquate – données carroyées de l'INSEE), de 25 494 individus soit une densité moyenne de population estimée à 8 119 hab./km² sur la zone d'étude.	
	La zone d'étude est sous couvert du PPA Haute-Normandie et est incluse dans la **Z**one **S**ensible pour la **Q**ualité de l'**A**ir au sens du SRCAE.	
QUALITÉ DE L'AIR DE LA ZONE D'ÉTUDE		
État actuel de la qualité de l'air	**Niveau départemental** : À l'échelle du département de Seine-Maritime, les déclenchements du seuil d'*information-recommandations* et d'*alerte* sont récurrents pour les PM10 et l'ozone, et ponctuels pour le dioxyde de soufre en raison de pollution industrielle pour ce dernier. Les particules PM10 apparaissent comme le polluant le plus problématique sur le département (seuil d'alerte dépassé régulièrement). En 2021, le département a connu 2 épisodes de pollution aux PM10 (2 dépassements du seuil d'information).	**Moyenne**
	Stations de mesures ATMO Normandie : D'après les mesures d'ATMO Normandie aux stations les plus proches du projet, il est observé que depuis 2017 : -Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote sont inférieures au seuil réglementaire de 40 µg/m³ chacune année pour les stations de fond urbain « Rouen Centre et Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray », et depuis 2020 pour les stations trafic « Le Petit Quevilly Sud III » et « Rouen Quai de Paris ». La ligne directrice de l'OMS de 10 µg/m³ en moyenne annuelle est dépassée chaque année pour toutes les stations. Le seuil d'information-recommandations (200 µg/m³ en moyenne horaire) est respecté chaque année, excepté en 2017 et 2018 pour la station « Le Petit Quevilly Sud III ». La nouvelle recommandation journalière de l'OMS est systématiquement largement dépassée pour toutes les stations. -Les concentrations moyennes annuelles en particules PM10 sont inférieures au seuil réglementaire de 40 µg/m³ chaque année pour toutes les stations. Cependant, la ligne directrice de l'OMS de 15 µg/m³ est dépassée chaque année (excepté en 2020 pour la station Rouen Centre). Le nombre de jours où les concentrations moyennes journalières sont supérieures au seuil journalier (50 µg/m³ en moyenne journalière) est inférieur à la valeur limite de 35 dépassements annuels chaque année. La nouvelle recommandation journalière de l'OMS est systématiquement dépassée pour toutes les stations. -Pour les particules PM2,5, la valeur limite en moyenne annuelle est respectée pour toutes les stations chaque année, mais la nouvelle ligne directrice annuelle de l'OMS est systématiquement dépassée. La nouvelle recommandation journalière de l'OMS (15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an) est systématiquement largement dépassée chaque année. -Le seuil de protection de la santé pour l'ozone (120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h) est dépassé chaque année. -Les concentrations en monoxyde de carbone respectent largement la valeur réglementaire. -Les concentrations en BTEX sont très faibles. La valeur limite et l'objectif de qualité pour le benzène sont largement respectés.	
	Indice ATMO : Selon l'indice ATMO, la qualité de l'air sur un an glissant (10 mai 2021 au 09 mai 2022) pour la commune de Rouen peut être qualifiée de « Moyenne » 61,4 % de l'année, « Dégradée » 11,8 % de l'année et « Mauvaise » 6,8 % de l'année. Les données étant indisponibles sur 20 % de l'année ces proportions sont à prendre avec précaution.	
	Modélisations ATMO Normandie : Selon les modélisations 2020 d'ATMO Normandie, aucun dépassement réglementaire ne semble constaté sur l'emprise du projet que ce soit pour les particules PM10 ou le dioxyde d'azote NO_2. Des dépassements des valeurs réglementaires en NO_2 sont toutefois modélisés au niveau de la N338 au nord de la zone d'étude et plus généralement sur les voies à fort trafics. Cependant, selon la Carte Diagnostic Air, l'emprise projet est localisée en zone en dépassement des recommandations OMS [référence 2005] en moyennes annuelles et donc a fortiori en dépassement des recommandations OMS [référence 2021].	

DOMAINES		Sensibilité
Mesures *in situ*	**Mesures *in situ* sur la zone d'étude** : Afin de compléter les diverses informations d'Atmo Normandie et qualifier la qualité de l'air à l'échelle du projet, des mesures *in situ* du dioxyde d'azote à l'aide d'échantillonneur passifs sur 8 points ainsi que des particules sur 3 points a été réalisée sur la période du 29 avril au 10 mai 2022. Dans l'ensemble, les conditions météorologiques lors de la campagne de mesure de 12 jours ont plutôt favorisé l'accumulation des polluants (vents faibles sur près 90 % de la période, conditions anticycloniques, précipitation nulles). **Pour les particules PM10 et PM2,5** les teneurs dépendent fortement des conditions météorologiques. Les concentrations moyennes sur la période de mesure sont, pour le point n°7, de 18,6 µgPM10/m³ et 16,9 µgPM2,5/m³. Ces teneurs sont supérieures à celles relevées au niveau des points n°5 (14,0 µgPM10/m³ et 13,0 µgPM2,5/m³) et n°8 (14,1 µgPM10/m³ et 12,8 µgPM2,5/m³). Sur la période de 12 jours, aucun dépassement du seuil réglementaire journalier en PM10, ni de la recommandation journalière de l'OMS n'est enregistré au niveau des points n°5, 7 et 8. Pour rappel, la norme française autorise 35 jours de dépassements du seuil de 50 µgPM10/m^3 sur l'année et l'OMS préconise que le seuil de 45 µgPM10/m^3 ne soit pas dépassé plus de 3 à 4 jours par an. Concernant les PM2,5, plusieurs dépassements du seuil journalier préconisé par l'OMS (15 µg/m^3) sont constatés aux points n°5 (5 jours), n°7 (6 jours) et n°8 (4 jours). L'OMS recommande de ne pas dépasser ce seuil plus de 3 à 4 jours par an (rappel : la règlementation française n'impose pas de seuil journalier pour les PM2,5). **Pour le dioxyde d'azote**, les teneurs relevées sont comprises entre 13,5 µg/m^3 au point n°5 (devant l'école, condition de fond urbain) et 25,3 µg/m^3 au point n°2 (Avenue de la libération, condition trafic urbain). Les points n°2 et n°8, situés sur l'avenue de la libération (route présentant le plus fort trafic de la zone d'étude), présentent les concentrations en NO_2 les plus élevées (>20,0 µg/m³). Les points n°2 et n°8, situés sur l'avenue de la libération (route présentant le plus fort trafic de la zone d'étude), présentent les concentrations en NO_2 les plus élevées (>20,0 µg/m³). Les points n°3, 4, 6 et 7 sont également en situation de trafic. Ils sont situés sur des routes à trafic moins élevés. Ils présentent des concentrations autour de 15,8 µg/m³ (points 4 et 7) et 19,5 µg/m (point 6). Les points n°1 et 5, implantés en situation de fond urbain présentent les concentrations plus faibles (< 15,0 µg/m³). Ces résultats sont en adéquation avec le contexte géographique du projet, la typologie des points de mesure (proximité d'axes routiers à forts ou faibles trafics, en retrait de la circulation automobile) et les conditions météorologiques lors de la campagne. Il faut garder à l'esprit que les résultats sont donnés à titre informatif, compte tenu de la durée des mesures et ne sont pas comparables à la réglementation en moyenne annuelle. En outre, les valeurs sont valables exclusivement à proximité des points de mesure.	
Sources d'émission de polluants atmosphériques	Les principaux secteurs émetteurs de polluants atmosphériques au sein de la Métropole Rouen Normandie sont les **transports** (NOx, PM10, PM2,5, SO_2, benzène et benzo(a)pyrène, métaux, GES), l'**industrie** (NOx, PM10 et PM2,5, COVNM, SO_2, NH_3, benzène et benzo(a)pyrène, métaux et GES), le **résidentiel/tertiaire** (NOX, PM10 et PM2,5, COVNM, SO_2, benzène et benzo(a)pyrène, métaux, GES). **L'agriculture** contribue principalement aux émissions de NH_3, et les **émissions naturelles** contribuent principalement aux émissions de COVNM.	
	À l'échelle de la zone d'étude, les secteurs émetteurs de polluants atmosphériques sont le transport routier et le résidentiel/tertiaire. Le transport ferroviaire (tramway) contribue également mais de manière négligeable.	
	Les principales voies routières de la zone d'étude sont la départementale D938 (12 280 véh/jour dont 3,4 % de PL en 2016), la Départementale D3 (13 469 véh/jour en 2016) et la Nationale N338 (77 336 véh/jour dont 5,8 % de PL en 2016).	
	Les voies ferrées les plus proches du projet (150 m au nord-ouest et 720 m à l'est) sont des lignes de tramway (partiellement souterraine en centre-ville de Rouen). La ligne de fret électrifiée à voies multiples au nord du projet desservant les gares du Petit-Quevilly, Rouen-Orléans et Sotteville est située en dehors de la zone d'étude. Quelques trains circulent encore au diesel sur cette ligne de fret.	
	Aucune voie navigable n'est présente dans la zone d'étude. La Seine est située à 1,7 km au nord-est du projet et le grand port maritime de Rouen à 2,3 km au nord-ouest.	
	Aucun aéroport/aérodrome n'est situé au sein de la zone d'étude.	
	Aucune zone agricole n'est présente sur la zone d'étude.	
	Les secteurs résidentiel/tertiaire constituent des émetteurs importants sur la zone d'étude, et notamment en cas d'utilisation du bois et/ou de produits pétroliers comme combustible.	

DOMAINES		Sensibilité
	Selon les données du Registre Français des Émissions Polluantes (IREP), aucun établissement déclarant des rejets de polluants atmosphériques n'est implanté au sein de la zone d'étude.	
	Quelques espaces verts conséquents (forêts fermée de feuillus et landes) figurent au sein et aux alentours de la zone d'étude. Ils sont susceptibles de contribuer très légèrement à la captation des polluants émis par les activités anthropiques.	
SANTÉ		
Effets de la pollution atmosphérique sur la population	**<u>Effets de la pollution sur la santé</u>** Les effets de la pollution sur la santé sont variés. Des liens positifs et significatifs ont été retrouvés entre le nombre quotidien de passages pour asthme et bronchite chez les 0-1 an et les 2-14 ans et les niveaux ambiants de pollution. D'après l'actualisation de l'étude EQIS (Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire) menée par Santé Publique France, la pollution atmosphérique en France peut engendrer une perte moyenne d'espérance de vie à 30 ans de près de 9 mois dans les villes les plus exposées. Les villes moyennes et petites ainsi que les milieux ruraux sont aussi concernés (en moyenne, 6 à 7 mois d'espérance de vie à 30 ans sont estimés perdus). À l'égard de la commune de Rouen (classifiée en commune urbaine, selon santé publique France, compte tenu de sa population) — il est estimé que l'exposition à long terme : *aux PM2,5 — est à l'origine de 8,4 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 8,7 mois. *au NO_2 — est à l'origine de 2,3 % de la mortalité annuelle et d'une baisse d'espérance de vie à 30 ans de 2,6 mois. Selon l'EQIS-PA de l'agglomération rouennaise, en 2001, 37 décès étaient attribuables aux PM2,5 et 8 décès et 32 hospitalisations étaient attribuables aux PM10. **<u>Profil de santé du département de Seine-Maritime</u>** -La Seine-Maritime présente dans son ensemble une situation sensiblement équivalente par rapport au territoire national concernant les indicateurs de santé (espérance de vie à la naissance, mortalité des personnes âgées et mortalité prématurée, mortalité infantile). -Les 4 principales causes de mortalité en 2017 sont les tumeurs (29,6 %), les maladies de l'appareil circulatoire (24,1 %), les symptômes et états morbides mal définis (8,3 %) et les maladies du système nerveux et des organes des sens (6,6 %). -Les 4 principales causes de mortalité prématurée en 2017 sont les tumeurs (41,1 %), les maladies de l'appareil circulatoire (12,8 %), les symptômes et états morbides mal définis (12,6 %) et les causes externes de blessure et d'empoisonnement (10,9 %). -Les proportions des décès et des décès prématurés ayant pour origine des maladies respiratoires en Seine-Maritime en 2017 (respectivement 6,3 % et 2,6 %) sont inférieures à la moyenne en France métropolitaine (respectivement 7,4 % et 3,0 %). -Pour les enfants de moins de 15 ans, la proportion du nombre de séjours hospitaliers de courte durée est moins élevée ou égale en Seine-Maritime comparé à la France métropolitaine, et ce, quels que soient les symptômes (sauf pour les maladies de l'appareil respiratoire où la proportion est supérieure). Pour les plus de 65 ans, la proportion est moins élevée en Seine-Maritime qu'en France métropolitaine, et ce, quels que soient les symptômes (sauf pour les maladies de l'appareil circulatoire et les cardiopathies ischémiques chroniques). **<u>Profil de santé de la Métropole Rouen Normandie</u>** Les indicateurs sanitaires de la Métropole Rouen Normandie sont du même ordre de grandeur que les indicateurs régionaux. La situation de la Métropole Rouen Normandie au niveau sanitaire ressort neutre par rapport à la moyenne régionale.	**Moyenne**
Exposition de la population	La commune de Rouen appartient à la Zone de Surveillance « ZAG Rouen ». Selon les estimations Atmo Normandie, 688 habitants étaient exposés à des concentrations en NO_2 dépassant la teneur réglementaire annuelle en 2018 (555 en 2017). Aucun habitant n'est exposé à un dépassement de la valeur réglementaire annuelle pour les PM10.	
	Compte-tenu de l'orientation des vents annuels et de leur fréquence en fonction de leur vitesse, la dispersion des polluants atmosphériques est fréquemment efficace. Il demeure que la pluviométrie annuelle est moyenne, avec une occurrence de jours pluvieux fréquente (environ 37 % de l'année et tendant à augmenter compte-tenu des évolutions climatiques si l'on se réfère aux normales provisoires 1991-2020). L'ensoleillement est assez faible, ce qui minimise la production de polluants photochimiques (ozone). Le secteur projet est de ce fait soumis à des conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des polluants et à la retombée des particules par les précipitations. Il n'empêche que des conditions d'accumulation peuvent survenir et notamment avec l'incidence de vents faibles du quart sud-ouest entrainant les polluants émis par la circulation de la D938 vers le projet, d'autant que le projet est situé en contrebas de reliefs moyennement marqués.	

DOMAINES		Sensibilité
Populations et lieux vulnérables	Le nombre moyen de personnes par ménage est de 2,1. La population de la zone étudiée est surtout logée en habitat collectif (66,6 % des ménages).	
	Concernant **les <u>enjeux sanitaires par inhalation</u> :** -La zone d'étude comporte 25 494 habitants dont 7 537 (soit 29,6 %) dits vulnérables à la pollution atmosphérique. -Au total, 33 établissements vulnérables (crèches, écoles, Ehpad, centres de soins) sont recensés sur la zone d'étude.	
	<u>Aucune zone à enjeux sanitaires par ingestion n'est présente sur la zone d'étude.</u> D'après la carte d'occupation des sols détaillée et la carte du registre parcellaire agricole 2020, aucune parcelle agricole n'est localisée sur la zone d'étude. Il a été recensé sur la zone d'étude 3 jardins partagés. Ces derniers ne permettent vraisemblement pas une consommation exclusive des végétaux auto-produits compte-tenu des surfaces de culture. Ainsi ils ne sont pas considérés comme zone à un enjeu sanitaire par ingestion. Par ailleurs, le projet ne prévoit pas la création de nouveaux jardins potagers.	

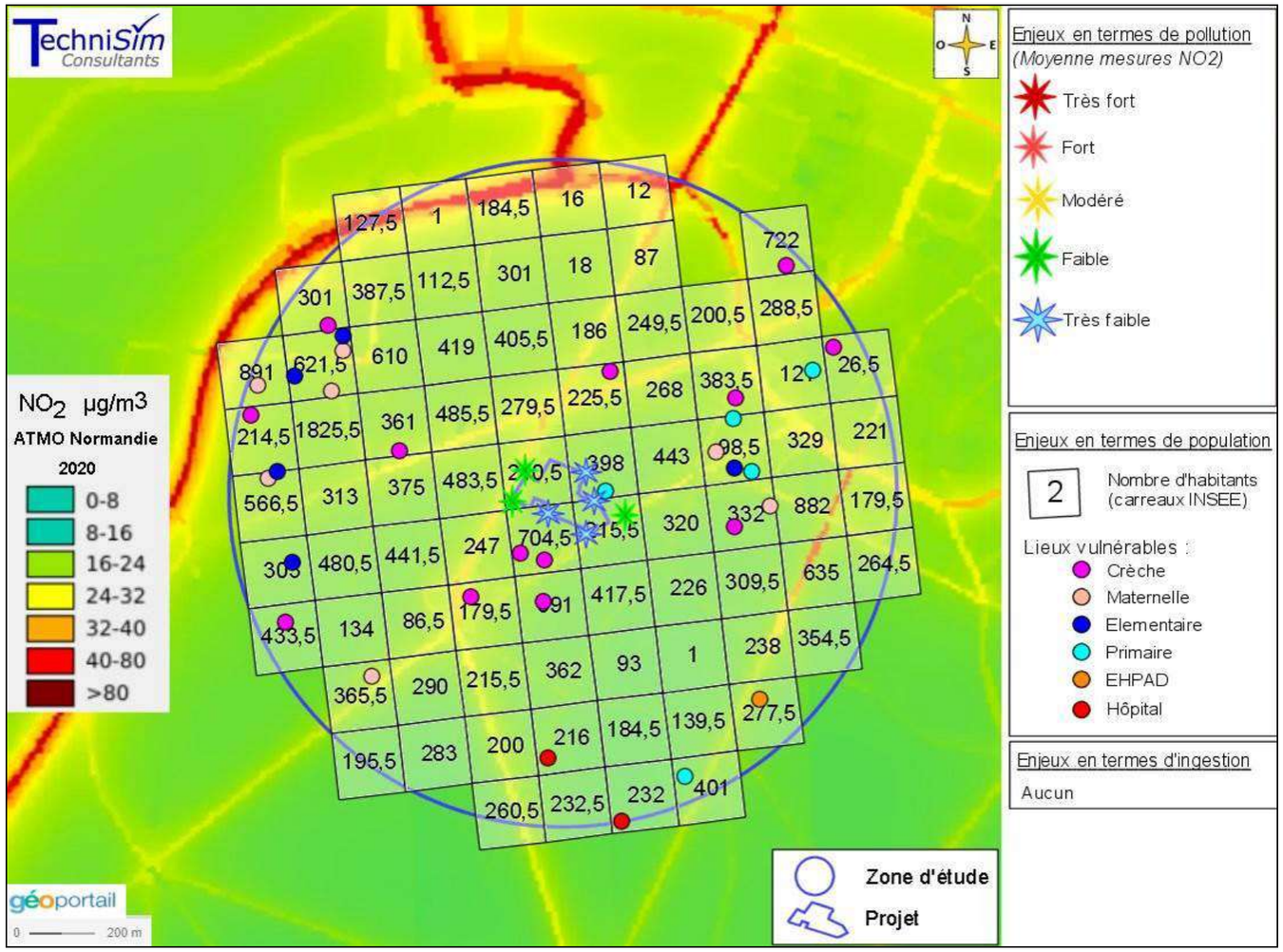


Figure 55 : Synthèse des enjeux

Analyse des Impacts

15. CONTENU DE L'ANALYSE DES IMPACTS

La réalisation du projet va générer une augmentation de la population et induire la modification des flux de déplacement sur la zone d'étude, et donc des trafics, dont les conséquences sur la qualité de l'air sont diverses :

- Lors de la phase chantier, les machines, l'utilisation de solvants et les opérations de construction sont autant de sources de pollution.
- Lors de la phase exploitation :
  - Émissions des véhicules liées aux modifications des trafics sur le secteur ;
  - Émissions résidentielles et tertiaires corrélées avec les systèmes de chauffage utilisés.

Le contenu de l'analyse des impacts du projet d'aménagement « des Pépinières » à Rouen, est **basé** et **adapté** à partir de la Note technique du 22 février 2019 concernant les études routières de niveau I, c'est-à-dire :

- Estimation de la consommation énergétique ;
- Estimation des émissions de polluants (cf. tableau ci-après, *a minima*) ;
- Estimation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) ;
- Estimation des concentrations pour les polluants prenant part à l'évaluation des risques sanitaires ;
- Cartographies des estimations des concentrations modélisées pour le NO_2, les PM10 et PM2,5, sur la zone d'étude ;
- Présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population ;
- Monétarisation et analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances ;
- Mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts ;
- Impacts en phase chantier ;
- Évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments ;
- Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) au droit des lieux vulnérables de la zone d'étude, des riverains et des futurs occupants du projet.

Tableau 30 : Polluants à prendre en compte pour une étude de niveau I selon la note technique du 22 février 2019

Polluants à considérer pour une étude de niveau I		
Polluants servant à évaluer l'impact du projet sur les émissions de polluants		
Oxydes d'azote (NOx) Monoxyde de carbone (CO) Dioxyde de soufre (SO_2) Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)		Particules PM10 et PM2,5 Benzène Arsenic Nickel Benzo(a)pyrène
Polluants servant à l'Évaluation des Risques Sanitaires (Impacts du projet sur la santé)		
Voie respiratoire	Effets aigus	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2)
	Effets chroniques	Particules PM10 et PM2,5 Dioxyde d'azote (NO_2) Benzène 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène 1,3-Butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale (*Si le risque par ingestion est présent*)	Effets chroniques	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

*16 HAP = acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

16. IMPACTS DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE CHANTIER

Les travaux de construction peuvent polluer l'environnement. Selon le type et la taille du chantier, les effets sont susceptibles d'être très limités à la fois géographiquement et dans le temps. Néanmoins, sur un grand chantier avec une activité longue et intensive, ils peuvent s'avérer importants.
Il importe en premier lieu de faire la distinction entre les différentes catégories d'émissions atmosphériques rencontrées sur un chantier :

- ***Les émissions à l'échappement des machines et engins*** : les moteurs à combustion des machines et engins rejettent des polluants tels que les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils et les poussières fines ;
- ***Les émissions de poussières*** : les poussières sont générées lors des travaux d'excavation et d'aménagement, mais également lors du transport, de l'entreposage et du transbordement de matériaux sur le chantier. L'utilisation de machines et de véhicules soulève en permanence des tourbillons de poussière. Le traitement mécanique d'objets et les opérations de soudage libèrent également de la poussière ;
- ***Les émissions des solvants*** : l'emploi de solvants, ou de produits en contenant, engendre des émissions de composés organiques volatils [COV] ;
- ***Les émissions d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques [HAP] :*** le bitume utilisé pour le revêtement des voies de circulation, les aires de stationnement et les trottoirs, émet des HAP dont certains sont cancérogènes.

16.1. QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS LIÉES AUX ACTIVITÉS DU CHANTIER

La quantification des émissions d'un chantier s'avère complexe. En effet, cela appelant un ensemble important de données, il n'est pas possible, au stade actuel de l'étude, d'évaluer les émissions atmosphériques du chantier avec exactitude.
Il est néanmoins faisable d'estimer les principales émissions - sous condition de disponibilité des données *ad hoc*.

Émissions de poussières

Les travaux de démolition et de construction sont générateurs de poussières. Selon le document de l'US EPA - AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 13 : Miscellaneous Sources - Heavy Construction Operations, les chantiers produisent :
2,69 tonnes de poussières totales [TSP] par hectare et par mois d'activité.

Par défaut, il est utilisé ce facteur d'émission pour calculer les émissions de poussières générées par les chantiers de démolition/construction.

Les surfaces de plancher à démolir sont :

- D'environ 35 000 m² SDP (7 tours restantes) sur l'emprise COGEDIM-VIRGIL
- Non connues sur l'emprise ROUEN-HABITAT.

Les surfaces de plancher à construire sont :

- D'environ 40 000 m² SDP sur l'emprise COGEDIM-VIRGIL ;
- D'environ 13 000 m² SDP sur l'emprise ROUEN HABITAT.

Les durées effectives des phases de démolition/construction ainsi que les SDP à démolir sur l'emprise ROUEN-HABITAT étant non totalement définies en l'état, l'estimation des émissions de poussières est difficilement réalisable.

Émissions issues du trafic des poids lourds

Les engins de chantier génèrent des gaz d'échappement, mais en quantité négligeable par rapport à ceux émis par le trafic des poids lourds lié au chantier.
En l'absence de données disponibles sur la quantité de poids lourds générée par le chantier, le calcul des émissions générées par ce trafic ne s'avère pas réalisable à ce jour.

Approche qualitative des émissions liées aux activités des chantiers en l'absence de données calculatoires

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent en majorité du document de l'ADEME « Qualité de l'air et émissions polluantes des chantiers du BTP - État des connaissances et mesures d'atténuation dans le bâtiment et les travaux publics en faveur de la qualité de l'air » (mars 2017).

Le tableau immédiatement suivant inventorie les principaux polluants émis par type d'activité.
Il reprend les données de la Directive suisse « Protection de l'air sur les chantiers » qui énumère les activités liées aux travaux du BTP générant des émissions polluantes, ainsi que leur importance relative.
Ce tableau s'appuie sur des expériences et des estimations effectuées lors de la rédaction de cette Directive.

Tableau 31: Ampleur relative des émissions de polluants atmosphériques dues aux activités de construction

Opérations générant des émissions dans les travaux du bâtiment et du génie civil	Émissions non issues des moteurs		Émissions des moteurs
	Poussières	COV, gaz (solvants, etc.)	NOx, CO, CO_2, particules, COV, HC, etc.
Installations de chantier, en particulier voies de circulation	+++	+	++
Défrichage	++	+	++
Démolition, démantèlement et démontage	+++	+	++
Protection des constructions : en particulier travaux de forage, béton projeté	++	+	++
Étanchéités des ouvrages en sous-sol et des ponts	++	+++	+
Terrassements (aménagements extérieurs et travaux de végétalisation, drainage compris)	+++	+	+++
Fouilles en pleine masse	+++	+	+++
Corrections de cours d'eau	+++	+	+++
Couches de fondation et exploitation de matériaux	+++	+	+++
Travaux de revêtement	++	+++	+++
Voies ferrées	++	+	+++
Béton coulé sur place	+	+	++
Excavations	+++	++	+++
Travaux de second œuvre pour voies de circulation, en particulier marquages des voies de circulation	+	+++	+
Béton, béton armé, béton coulé sur place (travaux de génie civil)	+	+	++
Travaux d'entretien et de protection du béton, forages et coupes dans le béton et la maçonnerie	+++	+	+
Pierre naturelle et pierre artificielle	++	+	+
Couvertures : étanchéités, revêtements	+	+++	+
Étanchéités et isolations spéciales	+	+++	+
Crépissages de façade : crépis et enduits de façade, plâtrerie	++	++	+
Peinture (extérieure et intérieure)	++	+++	+
Revêtements de sol, de paroi et de plafond en bois, pierre artificielle ou naturelle, plastique, textile et fibre minérales (fibres projetées)	++	++	+
Nettoyage du bâtiment	++	++	+
+ Faible ++ Moyenne +++Forte			

16.2. Mesures de réduction des émissions liées aux activités du chantier

Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant du chantier, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures.

16.2.1. Mesures de réduction des gaz d'échappement des engins

Deux types de mesure existent. Il s'agit de mesures d'ordre à la fois :

- Technique ;
- Comportemental.

Les moteurs diesel et à allumage installés sur les EMNR (engins mobiles non routiers) comme les excavateurs, les bulldozers, les chargeurs frontaux, émettent des hydrocarbures, des oxydes d'azote, des particules et du monoxyde de carbone. En accord avec la politique environnementale de l'Union Européenne, l'objectif est de réduire progressivement les émissions et de faire disparaître les équipements polluants.

Le règlement 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 fixe des exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers. Ce nouveau texte abaisse les valeurs limites d'émission des moteurs destinés aux engins mobiles non routiers.

Les moteurs diesel, s'ils ne sont pas équipés de systèmes de filtres à particules efficaces, occasionnent des émissions de poussières fines particulièrement nocives pour la santé, dont des suies de diesel cancérogènes. L'utilisation d'un filtre à particules sur ces engins permet de réduire de 95 % la teneur en particules des gaz d'échappement.

L'entretien des machines peut également agir sur les émissions, étant donné que des machines mal entretenues génèrent davantage d'émissions atmosphériques.

Dans son document « Quelques bonnes pratiques sur chantier », l'APESA[34] propose d'utiliser des carburants dits 'propres' en remplacement du diesel : le gaz de pétrole liquéfié [GPL], le gaz naturel pour véhicules [GNV], les carburants TBTS [Très Basse Teneurs en Soufre] ou encore l'Émulsion Eau dans Gazole [EEG]. L'EEG est un mélange de diesel, d'eau, et d'agents émulsifiants. Le principal avantage de l'EEG est de permettre la réduction de 15 à 30 % des rejets de NOx et de 30 à 80 % des émissions de particules carbonées.

[34] L'APESA, est un Centre Technologique en environnement et maîtrise des risques, basé sur 4 sites en Aquitaine (Pau, Lescar, Bidart, Bordeaux)

Enfin, l'utilisation d'équipements fonctionnant à l'électricité ou sur batterie plutôt qu'au gasoil ou autres carburants fossiles permet d'éviter l'émission de polluants locaux.

Les autres axes de réduction font appel au comportement des opérateurs.
Un bon entretien et un réglage approprié des engins selon les spécifications du constructeur permettent d'assurer leur fonctionnement optimal et par suite, de limiter leurs émissions.
Un moteur diesel consomme environ 4 litres/heure pour un ralenti à 1 000 tours/minute. Les changements de comportement des opérateurs sur chantier en vue de limiter les ralentis sont des moyens reconnus de réduction des émissions.

16.2.2. Mesures de réduction des émissions de poussières

Sur un chantier, les actions responsables de la mise en suspension de poussières sont nombreuses.
Une étude d'impact menée par l'Institut Pasteur dans le cadre d'un chantier précis[35] en a ainsi identifiées cinq :

1. Les opérations de démolition
2. La circulation des différents engins de chantiers
3. Les travaux de terrassement et de remblaiement

Avec, à la marge :

4. La découpe de matériaux divers (exemple tuyaux)
5. Les travaux de soudure.

Pour réduire ces émissions de poussières, certaines actions ciblées peuvent être réalisées :

- L'humidification du terrain, qui permet d'empêcher l'envol des poussières par temps sec en phase de terrassement ;
- L'utilisation de goulottes pour le transfert des gravats ;
- Le bâchage systématique des camions ;
- La mise en place de dispositifs d'arrosage lors de toute phase ou travaux générateurs de poussières.

[35] Institut Pasteur, 2004, "Étude des impacts environnementaux liés à la construction de la nouvelle parcelle ", Département Hygiène, Sécurité et protection de l'Environnement.

16.2.3. Mesures de réduction des émissions de COV et de HAP

Les émissions de COV (composés organiques volatils) peuvent notamment être réduites en :

- Utilisant, si possible, des produits contenant peu ou pas de solvants ;
- Refermant bien les tubes, pots et autres récipients immédiatement après usage pour que la quantité de solvant qui s'en échappe soit aussi minime que possible ;
- Utilisant les vernis, colles et autres substances le plus parcimonieusement possible selon les indications du fabricant.

Concernant les opérations de préparation du bitume, de revêtement et d'étanchéité, les mesures de réduction des émissions possibles sont les suivantes :

- Bannir des préparations thermiques les revêtements/matériaux contenant du goudron sur les chantiers ;
- Employer des bitumes à faible taux d'émission de polluants atmosphériques (émission réduite de fumées) ;
- Employer des émulsions bitumineuses plutôt que de solutions bitumineuses (travaux de revêtement de routes) ;
- Abaisser au maximum la température de traitement par un choix approprié des liants ;
- Utiliser des asphaltes coulés et des bitumes à chaud et à faible émanation de fumées ;
- Employer des chaudières fermées munies de régulateurs de température ;
- Éviter la surchauffe des bitumineux dans les procédés de soudage ;
- Aménager les postes de soudage, de manière que les fumées puissent être captées, aspirées et séparées.

16.2.4. Charte Chantiers Verts

La charte « Chantiers Verts » définit les bonnes pratiques et les règles environnementales de fonctionnement du chantier. Elle fédère l'ensemble des intervenants du chantier (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises) autour des mêmes objectifs environnementaux, c'est-à-dire :

- Limiter les risques sur la santé des salariés ;
- Circonscrire les nuisances et risques causés aux riverains ;
- Réduire les pollutions de proximité lors du chantier et limiter ses impacts sur l'environnement ;
- Gérer les déchets et limiter les pollutions sur le site.

Cette 'charte' fait partie des pièces contractuelles à intégrer au marché de travaux. Elle doit être remise à chaque intervenant sur le chantier et signée par chacun.
En pratique, la garantie d'un « chantier vert » passe par différentes étapes :

- En amont de l'opération, il s'agit de réaliser des d'études préalables et des actions de concertation afin d'évaluer l'impact du chantier sur l'environnement puis d'élaborer son programme. Le maître d'ouvrage fixe alors les objectifs environnementaux qui y sont liés.
- L'insertion par le maître d'œuvre d'un projet répondant au programme et tenant compte des études préalables. Il définit les processus, les choix techniques et les matériaux permettant de tenir les objectifs définis, qu'il retranscrit dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP).

16.3. Synthèse

De manière générale, les principales émissions atmosphériques d'un chantier sont les poussières, conjuguées aux gaz d'échappement produits par les engins.
Le calcul des émissions d'un chantier appelle de nombreux paramètres (connaissance préalable des durées réelles de la phase chantier, des matériaux utilisés, du nombre d'engins et de passages de poids lourds, de la sensibilisation des opérateurs aux mesures de réduction des émissions, etc.). De la sorte, et compte tenu de la multiplicité des données requises, il s'avère complexe, au stade actuel de l'étude, d'évaluer les émissions atmosphériques de cette phase.
Afin de limiter les émissions atmosphériques provenant des chantiers, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures de réduction, par exemple, la charte « Chantiers verts ».

La demande d'examen au cas par cas du projet « des Pépinières » emprise COGEDIM-VIRGIL stipule que des dispositions seront prises en phase chantier pour limiter la dispersion de poussières et de fumées, éviter les pollutions par rejet d'eau souillée, protéger la biodiversité du site, etc. et qu'une charte chantier appuiera ces principes.

17. IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR EN PHASE EXPLOITATION

17.1. ÉMISSIONS PROVENANT DES BÂTIMENTS CRÉÉS

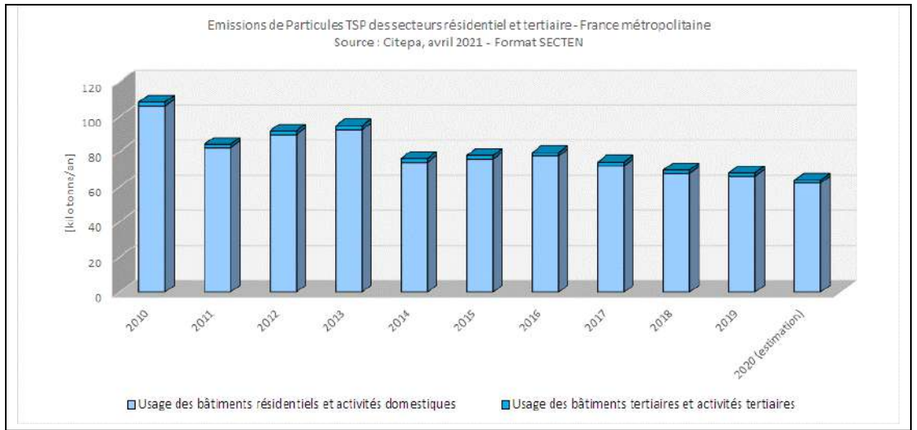
17.1.1. Généralités – émissions atmosphériques des secteurs résidentiel et tertiaire

Les données présentées dans ce paragraphe proviennent toutes des études du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique [CITEPA].
Selon ces études, la participation de ces secteurs dans les émissions totales de particules en France Métropolitaine montre une tendance à la diminution sur la période 2010-2020[36] pour les TSP ; à la stabilité pour les PM10, PM2,5 et PM1.0 et à la hausse pour le carbone suie (cf. graphiques ci-après).

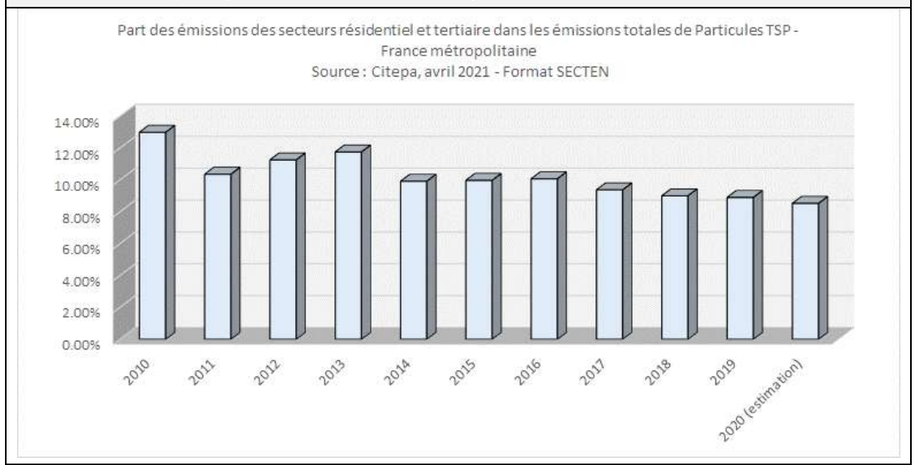
Il est constaté que ces secteurs représentent ensemble, environ :

- Un tiers des émissions de particules PM10 et de carbone suie ;
- La moitié des émissions de particules PM2,5 ;
- Près de 70 % des émissions de particules PM1 (ultra fines) ;
- Mais moins de 10 % des émissions de particules TSP.

Il est également observé que le secteur résidentiel est davantage contributeur, comparé au secteur tertiaire.



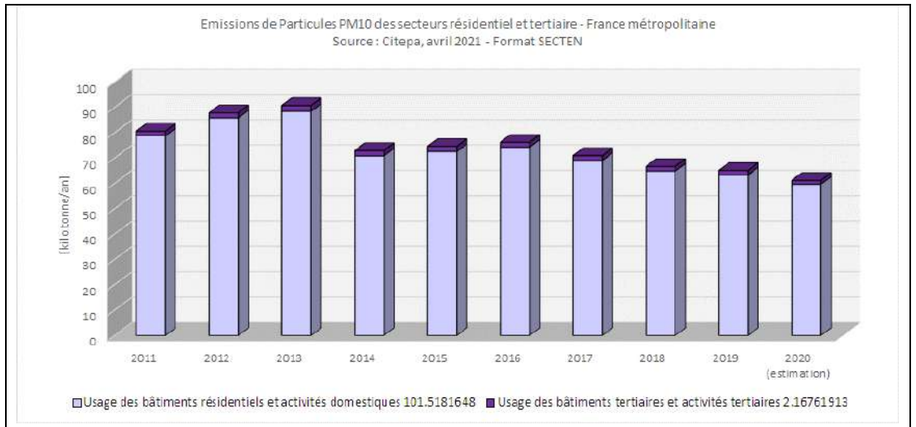
Émissions de TSP (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine



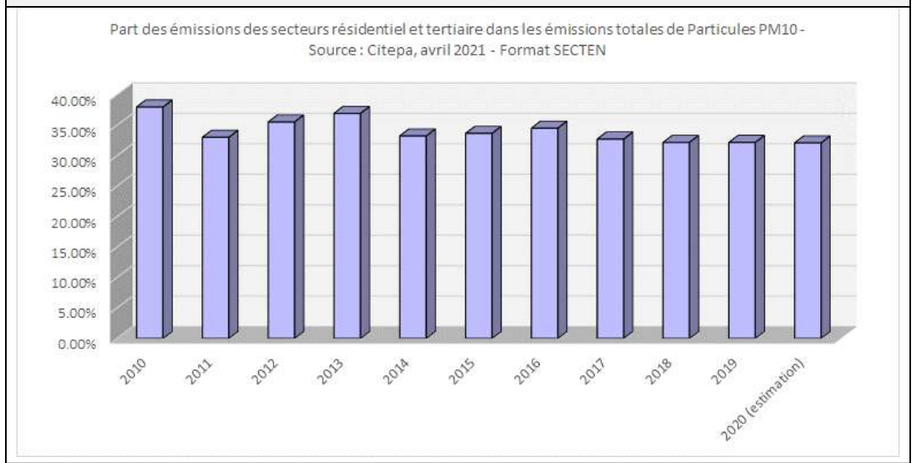
Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 56 : Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules TSP - France métropolitaine

[36] Données de l'année 2020 estimées

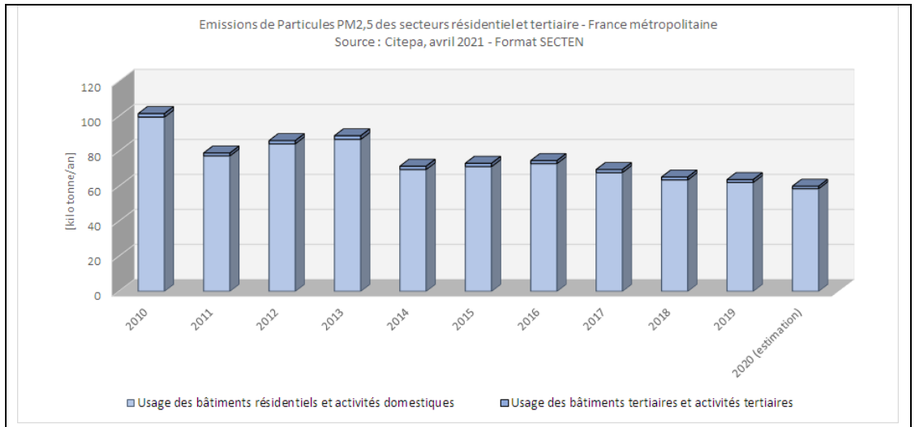


Émissions de PM10 (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine

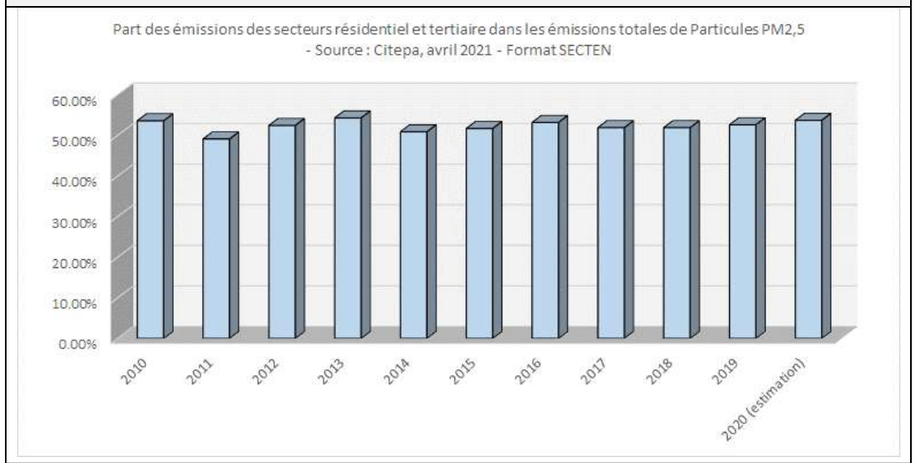


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 57: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM10 - France métropolitaine

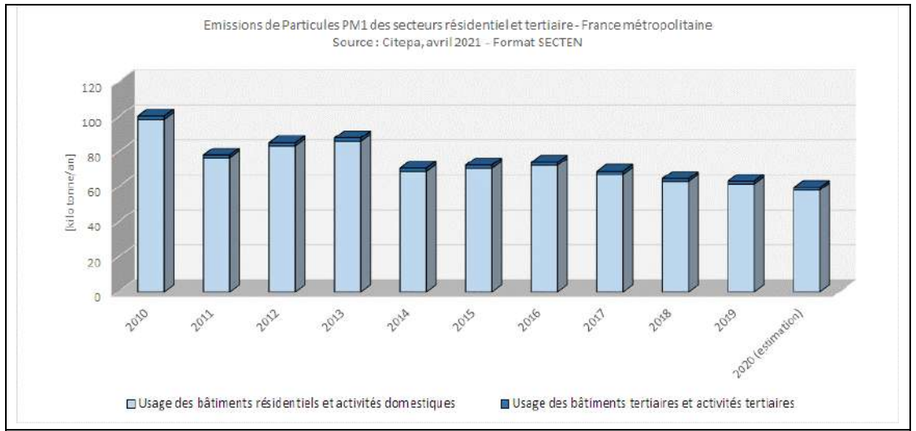


Émissions de PM2,5 (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine

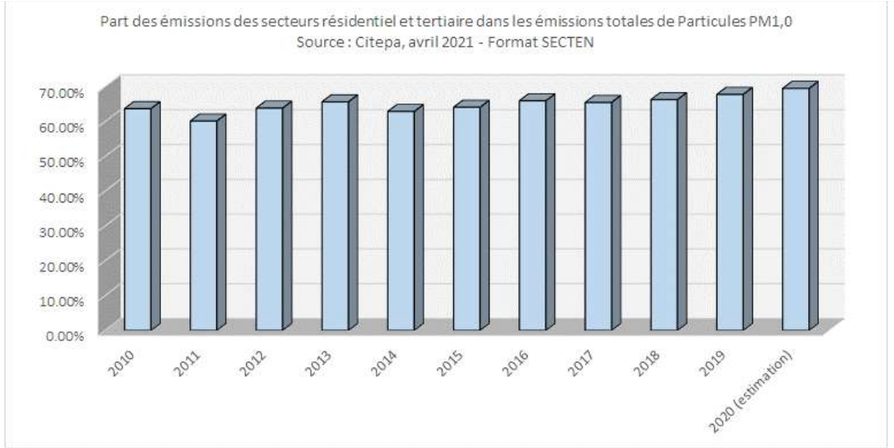


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 58: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM2,5 - France métropolitaine

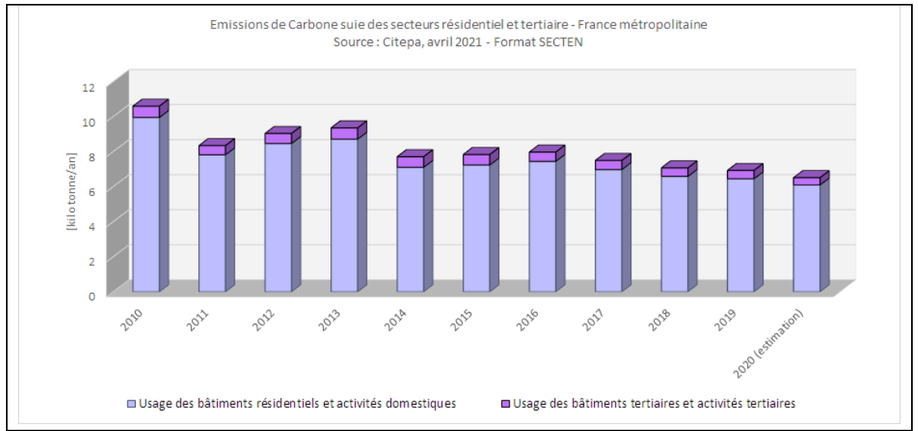


Émissions de particules PM1,0 (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine

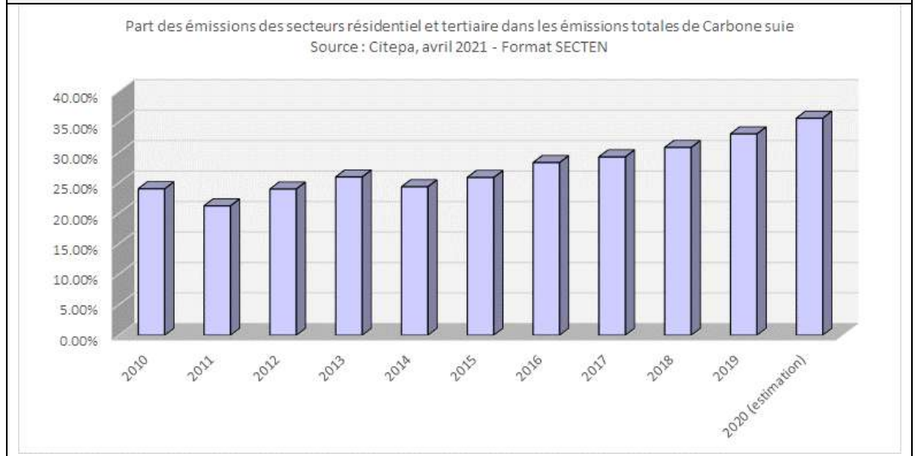


Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 59: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Particules PM1 - France métropolitaine



Émissions de carbone suie (kt/an) - Périmètre : France métropolitaine



Part des émissions des secteurs résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine

Figure 60: Inventaires des émissions pour la France métropolitaine – Carbone suie - France métropolitaine

Les diagrammes qui vont suivre représentent les émissions des substances acidifiantes et eutrophisantes qui entrent en jeu dans la pollution photochimique, et celles des métaux.

Ils décrivent aussi la participation du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de la France métropolitaine.

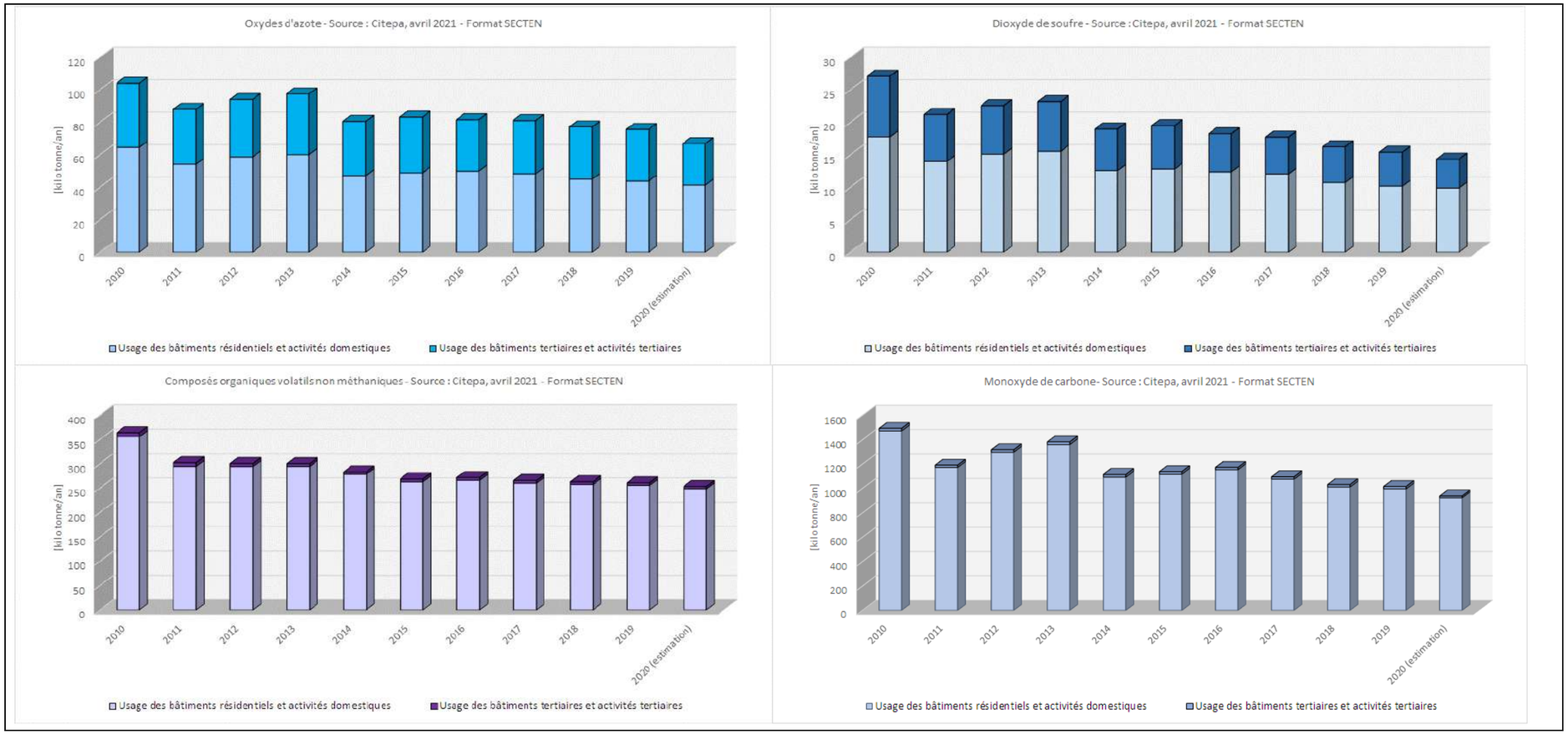


Figure 61 : Émissions des substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique provenant du secteur résidentiel et tertiaire en France métropolitaine

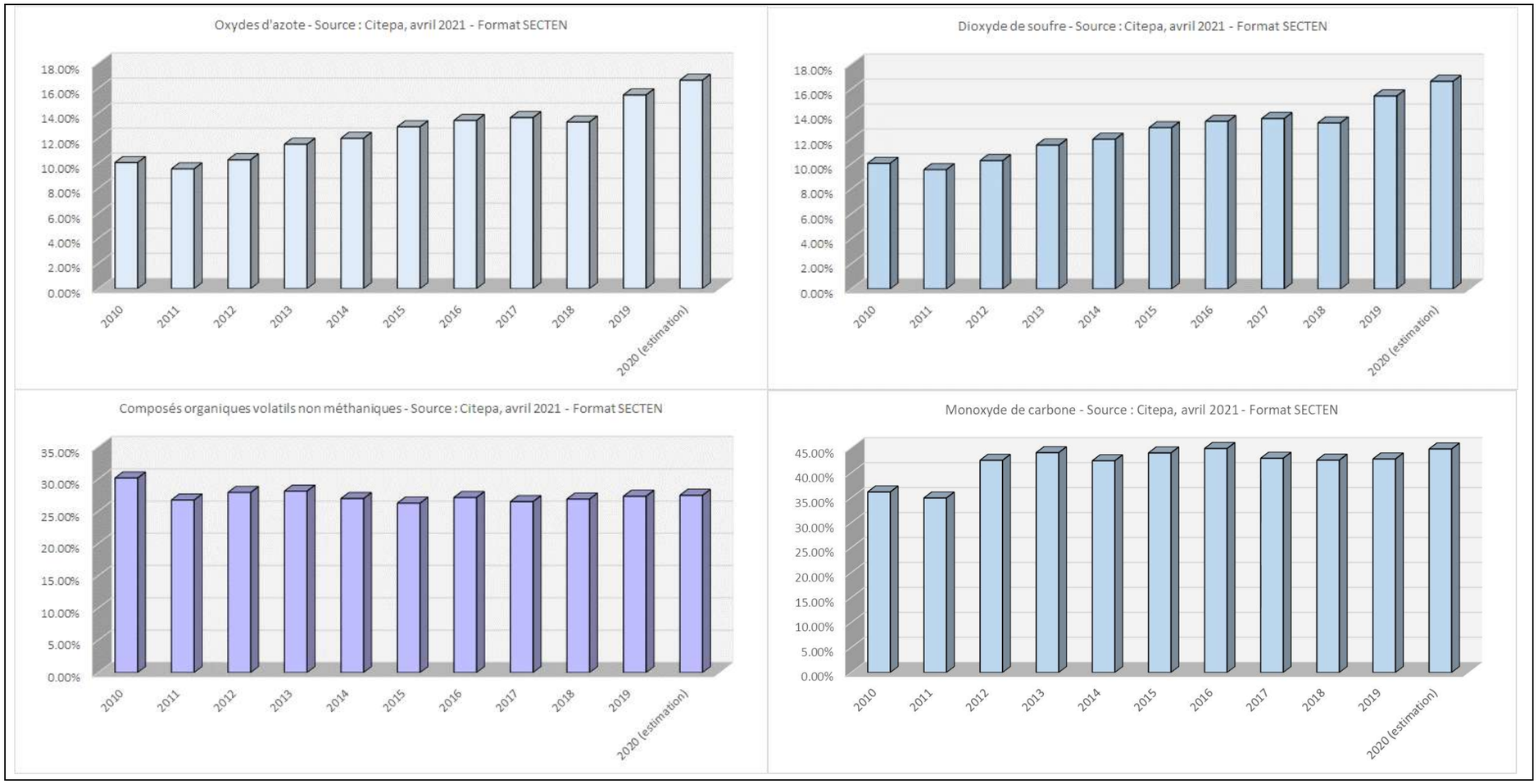


Figure 62 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – substances acidifiantes, eutrophisantes et contribuant à la pollution photochimique

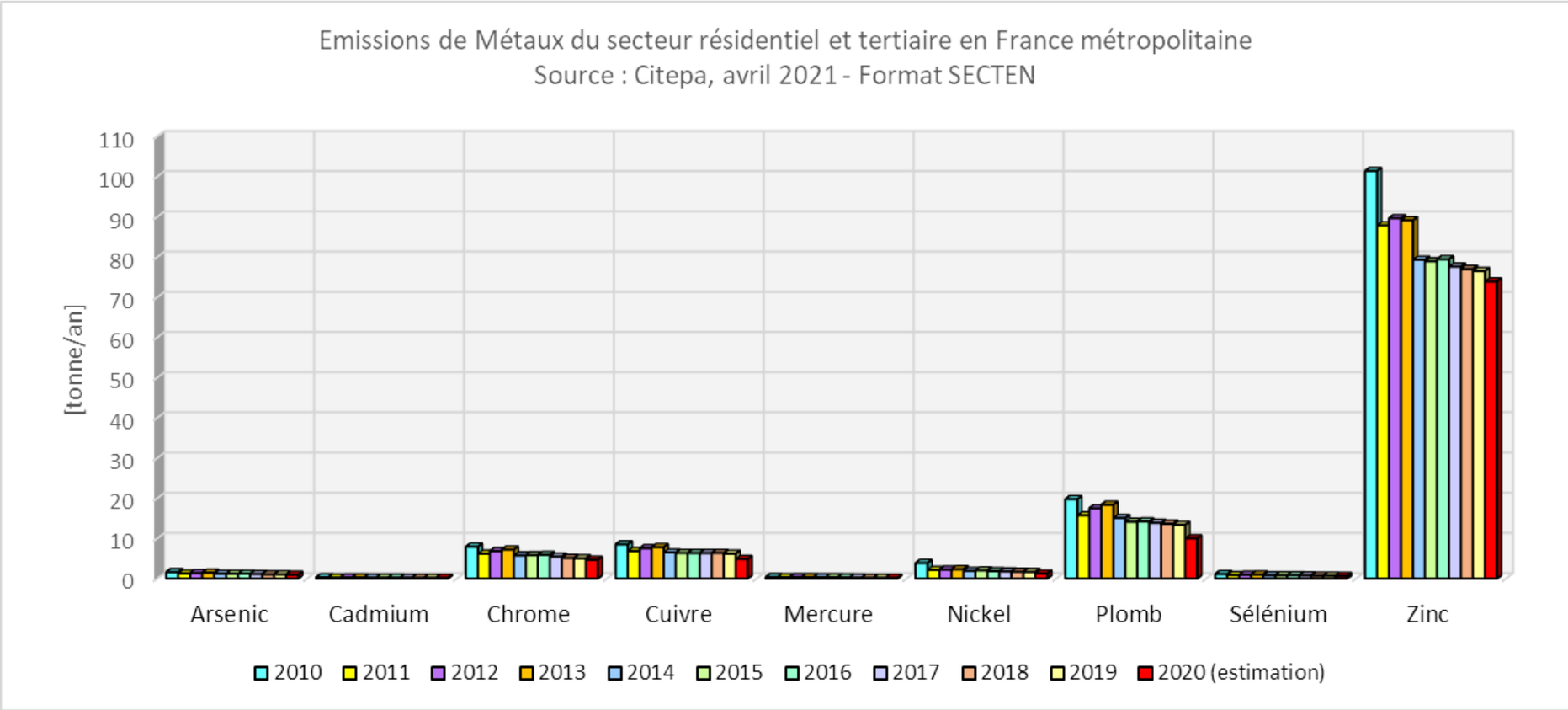


Figure 63 : Émissions des métaux provenant du secteur résidentiel et tertiaire en France métropolitaine

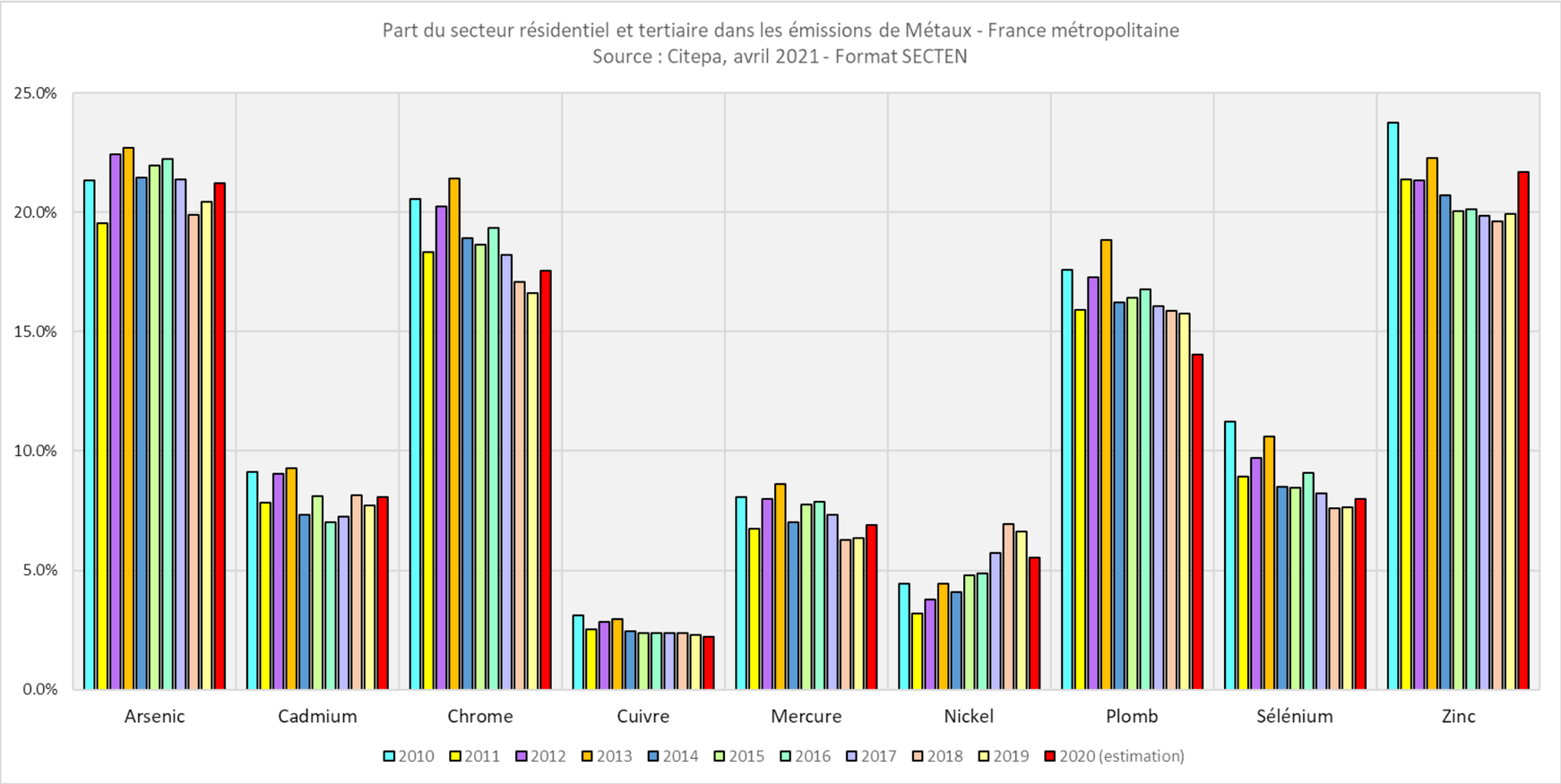


Figure 64 : Part des émissions (%) du secteur résidentiel et tertiaire dans les émissions totales de France métropolitaine – métaux

Le secteur résidentiel et tertiaire représente :

- Environ 16 % des émissions d'oxydes d'azote ;
- Environ 27 % des émissions de COVNM ;
- Environ 20 % des émissions d'arsenic et de zinc ;
- Environ 18 % des émissions de chrome ;
- Environ 8 % des émissions de cadmium ;
- Moins de 10 % des émissions de cuivre, de mercure, de nickel et de sélénium.

17.1.2. Émissions atmosphériques issues des bâtiments

Les bâtiments (résidentiels et tertiaires) produisent des émissions polluantes majoritairement *via* les systèmes de :

- Chauffage (combustion d'énergie fossile) ;
- Ventilation.

Pour les systèmes de chauffage, les émissions provenant de la combustion d'énergie fossile diffèrent selon les combustibles utilisés. Ainsi, la combustion de biomasse ou de fioul génère des particules PM10 et PM2,5 avec des HAP et des dioxines/furanes, contrairement à la combustion du gaz naturel qui n'en émet pratiquement pas.
Seuls les oxydes d'azote sont produits, quel que soit le combustible utilisé, puisqu'ils se forment à haute température à partir de l'azote de l'air.

Les systèmes de ventilation rejettent à l'extérieur l'air « pollué » issu de l'intérieur des bâtiments. Les sources de pollution de l'air intérieur sont multiples.
Sont distinguées trois catégories principales de pollution :

- Les composés chimiques, en majorité des COV (toluène, formaldéhyde par exemple) ;
- Les facteurs physiques (particules, fibres minérales, radon) ;
- Les agents biologiques (champignons/moisissures, bactéries et virus).

Les émissions provenant de la ventilation dépendent :

- Des usages des locaux ;
- Du nombre de personnes fréquentant le bâtiment ;
- Des matériaux de construction ;
- Des conditions environnantes ;
- Des systèmes de ventilation/aération ;
- De la température au sein des locaux et du taux d'humidité.

Tous ces facteurs expliquent qu'il est peu commode de se prononcer sur la composition-type d'un rejet issu des ventilations.
Seules des mesures des rejets peuvent permettre de les caractériser.
Néanmoins, des mesures techniques et réglementaires sont progressivement mises en place en vue de réduire à la fois la pollution à l'intérieur des bâtiments (par exemple, limiter le taux de solvants présent dans les peintures) et les rejets des systèmes de chauffage.

17.1.3. Impacts du projet (secteur résidentiel/tertiaire) sur la qualité de l'air

Les bâtiments créés seront conformes *a minima* à la RT2012, voire la RE2020 (applicable à partir de *janvier 2022* pour les bâtiments à usage d'habitation et de *juillet 2022* pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire ; pour les autres constructions de bâtiments, le décret contient de manière inchangée les exigences de la réglementation thermique 2012. Un futur décret introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments).
Le principal objectif de la RE2020 est de ramener à énergie positive la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 ».
Cela sous-entend que les bâtiments construits devront d'une part, être fortement isolés avec une réduction drastique des ponts thermiques et, d'autre part, être équipés de chauffage à haute efficacité énergétique. Ainsi, les émissions liées aux systèmes de chauffage seront limitées.
Par ailleurs, le projet sera raccordé au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable, vise les labellisations EcoQuartier, HQE Aménagement, NF Habitat, et une conception bioclimatique sera appliquée aux bâtiments.

De même, compte tenu des règlementations visant à réduire les émissions de COV issus des meubles, des peintures et des produits ménagers, les émissions des ventilations seront modérées.

Par conséquent, les émissions polluantes liées au bâti devraient être restreintes et leurs impacts seront minimes, par rapport aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

17.2. IMPACT DU TRAFIC LIÉ À L'EXPLOITATION DU PROJET

Afin d'évaluer les incidences du projet « des Pépinières », il est nécessaire de comparer les émissions dans l'air ambiant de composés indicateurs.
Les situations étudiées pour l'analyse des impacts afférents au projet sont les suivantes :

- Situation N°1 : Horizon actuel (année 2022) ;
- Situation N°2 : Horizon de mise en service (année 2028) – Sans projet – Situation Fil de l'Eau ;
- Situation N°3 : Horizon de mise en service (année 2028) – Avec projet – Situation projetée ;
- Situation N°4 : Horizon de mise en service + 7 ans (année 2035) – Situation cumulée.

Information : Les données de circulation ont été fournies par le BE Cositrex.
Nota : Les données détaillées concernant le trafic sont disponibles en annexe.

Pour chaque scénario, les éléments suivants sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT **V** pour la quantification de la consommation énergétique et des polluants générés au niveau des routes du réseau d'étude :

- Le **trafic** pour chaque tronçon exprimé en **T**rafic **M**oyen **J**ournalier **A**nnuel (**TMJA**) ;
- La **vitesse** de circulation ;
- La **longueur** des brins routiers.

Au sens strict, le réseau d'étude pour un projet d'infrastructures routières se compose des voies créées et/ou supprimées par le projet et des voies dont le trafic varie [du fait du projet comparativement au scénario Fil de l'Eau] de +/- 10 % [axes dont le trafic est *supérieur* à 5 000 véh/jour] ou +/- 500 véhicules [axes dont le trafic est *inférieur* à 5 000 véh/jour] à l'horizon d'étude le plus lointain.

Concernant le projet « les Pépinières », tous les brins dont les trafics varient du fait du projet - et ce, quelle que soit la variation - sont considérés dans le réseau d'étude (cf. planche suivante). Les autres brins seront intégrés à la modélisation des concentrations dans l'air, afin d'obtenir une meilleure représentativité de la pollution de fond et de l'impact sanitaire sur les populations.

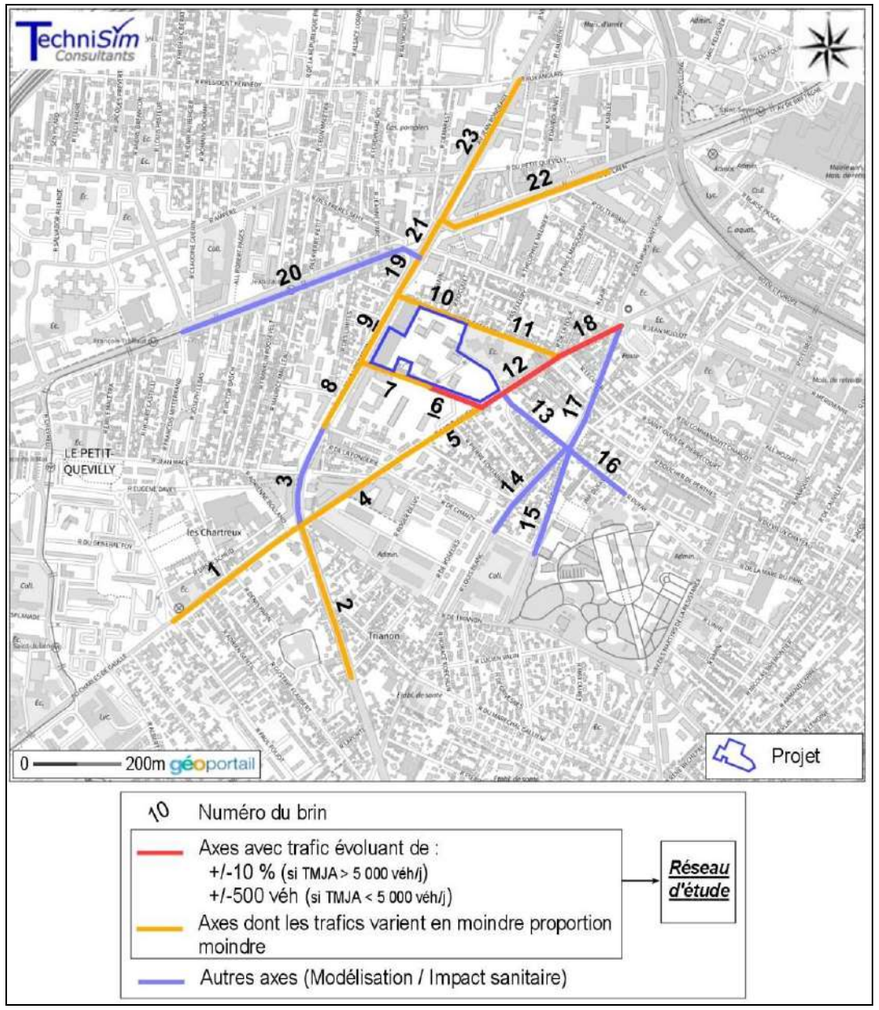


Figure 65 : Brins considérés / Réseau d'étude

17.2.1. Indice VK

L'estimation des flux de trafic est réalisable avec l'indicateur « Véhicules-Kilomètres ».
Cet indice prend en considération non seulement le nombre de véhicules (trafic), mais également le trajet réalisé par ces mêmes véhicules.

Pour le scénario analysé et si l'on considère N tronçons routiers, l'indicateur VK est calculé selon la formule suivante :

$$VK = \sum_{i=1}^{i=N} (V_i \times L_i)$$

Où :
VK = Nombre de « véhicules-kilomètres » [véhicules × km] ;
Vi = Nombre de véhicules sur le tronçon i [véhicules] ;
Li = Longueur du tronçon i [km].

Le nombre VK permet alors l'estimation d'un flux de véhicules le long de leur parcours et des émissions potentielles consécutives à ce flux.
Les indices calculés sont synthétisés dans la figure et le tableau immédiatement ci-après.

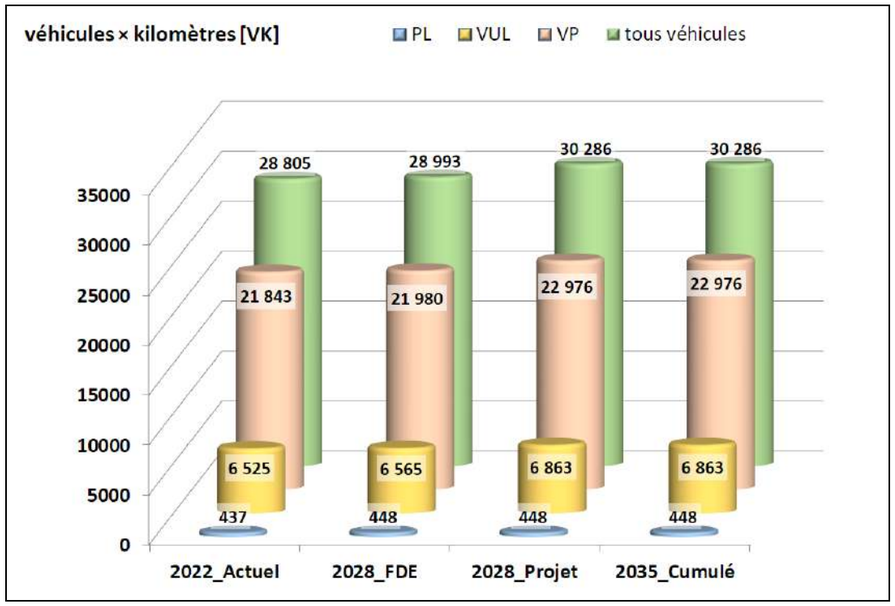


Figure 66: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Tableau 32: Indices VK sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

Indices VK en moyenne journalière annuelle		Véhicules Personnels (VP)	Véhicules Utilitaires Légers (VUL)	Poids Lourds (PL)	Tous véhicules (TV)
Situation N°1	2022 – Situation Actuelle	21 843	6 525	437	28 805
Situation N°2	2028 – Sans projet	21 980	6 565	448	28 993
Situation N°3	2028 – Avec projet	22 976	6 863	448	30 286
Situation N°4	2035 – Situation cumulée	22 976	6 863	448	30 286

Sur le réseau d'étude, par rapport à la situation actuelle 2022, les indices VK Tous Véhicules augmentent pour les situations 'Fil de l'Eau' 2028 (+0,7 %), 'Projet' 2028 (+5,1 %) et 'cumulée' 2035 (+5,1 %).
L'exploitation du projet induira une augmentation de la population de la zone d'étude et donc des indices VK sur le réseau d'étude par rapport à la situation Fil de l'Eau à l'horizon 2028 (+4,5 %).
Entre les situations 'cumulée' 2035 et 'Fil de l'eau' 2028 les VK augmentent également de 4,5 %.

17.2.2. Évaluation des consommations énergétiques

Le tableau et la figure ci-après fournissent les consommations énergétiques en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude. Celles-ci ont été obtenues à partir des données trafics avec le logiciel COPERT **V**.

Par rapport à la situation 'actuelle' 2022, la consommation de carburant sur le réseau d'étude diminue pour la situation 'Fil de l'Eau' 2028 (-0,6 %) et augmente pour les situations 'Projet' 2028 (+3,7 %) et 'cumulée' 2035 (+1,2 %).
Sur le réseau d'étude, comparativement au scénario Fil de l'Eau 2028, la réalisation du projet induit une hausse de la consommation en carburant de 4,3 % en 2028 et la situation cumulée une hausse de 1,8 % en 2035.

Tableau 33: Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

		Consommation de carburant [kep/jour]
Situation N°1	2022 – Situation Actuelle	1 634,2
Situation N°2	2028 – Sans projet	1 624,6
Situation N°3	2028 – Avec projet	1 694,5
Situation N°4	2035 – Situation cumulée	1 654,3

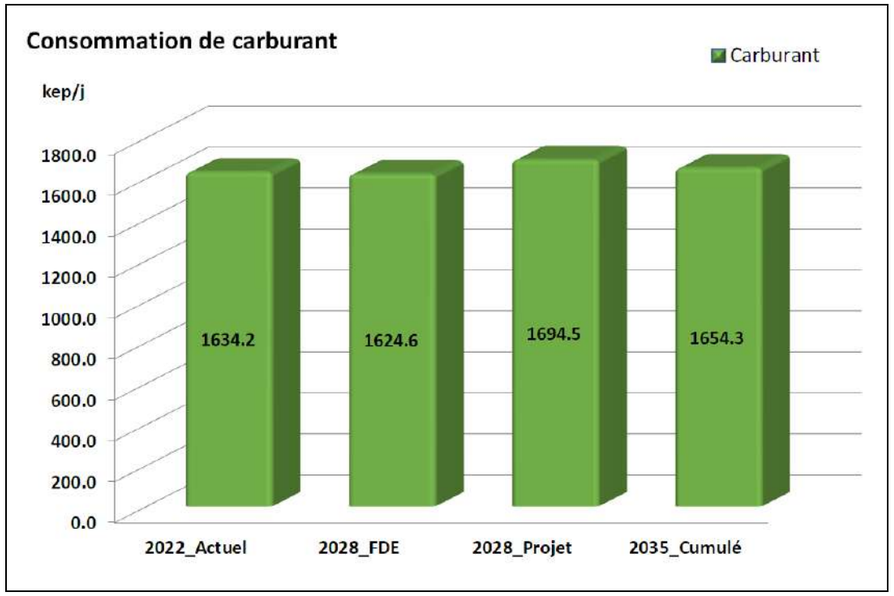


Figure 67 : Consommations énergétiques sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.3. Émissions de polluants atmosphériques sur le réseau d'étude

Méthodologie

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT V.

COPERT (COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport) est un modèle élaboré au niveau européen (MEET[37], CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Diffusé par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE), cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier des différents pays européens. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone précise ou d'une agglomération.

Ce modèle COPERT V, développé sous l'égide de l'Agence Européenne de l'Environnement afin de permettre aux états membres d'effectuer des inventaires homogènes de polluants liés au transport routier, intègre l'ensemble des données disponibles aujourd'hui, et permet en outre le calcul de facteurs d'émission moyens sur une voie donnée ou un ensemble de voies, pour peu que les véhicules circulant sur cette voie constituent un échantillon représentatif du parc national.

COPERT V est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules selon la classification européenne PRE ECE, ECE et Euro. Cette ventilation utilise les données du parc automobile standard français déterminé en 2019 par l'**I**nstitut **F**rançais des **S**ciences et **T**echnologies des **T**ransports, de l'**A**ménagement et des **R**éseaux (IFSTTAR) pour l'intervalle 2015-2050.

Le modèle d'émission du système européen COPERT V calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle.
Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues, principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.

Les polluants considérés sont, en premier lieu, ceux de la ***Note technique du 22 février 2019.***

Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à considérer pour les émissions du réseau d'étude	Polluants de la Note technique du 22/02/2019 à ajouter pour l'ERS (Niveau I et au droit des lieux vulnérables dans la bande d'étude du projet pour niveau II)
• Oxydes d'azote (NOx) • Monoxyde d'azote (NO) • Dioxyde d'azote (NO_2) • Particules PM10 • Particules PM2,5 • Monoxyde de carbone (CO) • COVNM • Benzène • Dioxyde de soufre (SO_2) • Arsenic • Nickel • Benzo(a)pyrène (BaP)	• 16 HAP[38] dont le BaP • 1,3-butadiène • Chrome

[37] MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999.

[38] Somme des HAP suivants : acénaphtène, acénaphtylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

Sont ensuite ajoutés les polluants recommandés par l'ANSES[39], ainsi que les polluants dont les VTR sont connues.

Polluants issus de la recommandation de l'ANSES en juillet 2012	Polluants dont les VTR sont connues
• Ammoniac • Dioxines • Furanes • Naphtalène • Acétaldéhyde • Acroléine • Propionaldéhyde • Ethylbenzène • Formaldéhyde	• Toluène • Xylènes • Cadmium • Mercure • Plomb • Particules diesel à l'échappement

Résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques du réseau d'étude

Le tableau immédiatement suivant récapitule les émissions sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, sur la base du parc routier moyen français de l'IFSTTAR [Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux].

Tableau 34 : Émissions de polluants en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude pour les scénarios traités

POLLUANTS	Unité	2022 Situation actuelle	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
		Situation 1	Situation 2	Situation 3	Situation 4
Oxydes d'azote [éq. NO_2]	[g/j]	1,17E+04	7,82E+03	8,16E+03	5,08E+03
Monoxyde d'azote	[g/j]	5,12E+03	3,51E+03	3,66E+03	2,47E+03
Dioxyde d'azote	[g/j]	3,88E+03	2,44E+03	2,55E+03	1,29E+03
Monoxyde de carbone	[g/j]	9,39E+03	6,16E+03	6,43E+03	5,67E+03
Dioxyde de soufre	[g/j]	1,29E+02	1,24E+02	1,30E+02	1,20E+02
Ammoniac	[g/j]	2,95E+02	3,18E+02	3,32E+02	3,89E+02
Particules PM10	[g/j]	9,82E+02	8,78E+02	9,16E+02	8,62E+02
Particules PM2,5	[g/j]	6,48E+02	5,42E+02	5,66E+02	5,13E+02
Particules à l'échappement	[g/j]	2,08E+02	9,95E+01	1,04E+02	5,19E+01
COVNM	[g/j]	4,71E+02	1,93E+02	2,01E+02	1,37E+02
Acétaldéhyde	[g/j]	1,40E+01	5,18E+00	5,39E+00	2,50E+00
Acroléine	[g/j]	6,87E+00	2,45E+00	2,55E+00	9,94E-01
Benzène	[g/j]	1,87E+01	7,74E+00	8,10E+00	5,70E+00
1,3-butadiène	[g/j]	4,94E+00	2,12E+00	2,19E+00	1,52E+00
Éthylbenzène	[g/j]	5,79E+00	2,59E+00	2,71E+00	2,14E+00
Formaldéhyde	[g/j]	2,63E+01	9,71E+00	1,01E+01	4,59E+00
Propionaldéhyde	[g/j]	3,56E+00	0,00E+00	1,32E+00	6,22E-01
Toluène	[g/j]	3,14E+01	1,34E+01	1,41E+01	1,07E+01
Xylènes	[g/j]	2,31E+01	1,00E+01	1,05E+01	8,02E+00
16 HAP	[g/j]	3,41E+00	2,94E+00	3,07E+00	2,51E+00
16 HAP en BaP équivalent	[g/j]	6,06E-02	5,20E-02	5,43E-02	4,47E-02
Acénaphtène	[g/j]	5,36E-01	4,01E-01	4,19E-01	2,84E-01
Acénaphtylène	[g/j]	4,01E-01	3,00E-01	3,14E-01	2,12E-01
Anthracène	[g/j]	6,60E-02	7,70E-02	8,03E-02	8,45E-02
Benzo[a]anthracène	[g/j]	5,39E-02	4,50E-02	4,70E-02	3,75E-02
Benzo[a]pyrène	[g/j]	3,17E-02	2,67E-02	2,79E-02	2,25E-02
Benzo[b]fluoranthène	[g/j]	3,83E-02	3,35E-02	3,49E-02	2,94E-02
Benzo[g,h,i]pérylène	[g/j]	6,64E-02	6,09E-02	6,37E-02	5,58E-02
Benzo[k]fluoranthène	[g/j]	2,97E-02	2,50E-02	2,60E-02	2,11E-02
Chrysène	[g/j]	9,04E-02	7,32E-02	7,62E-02	5,86E-02
Dibenzo[a,h]anthracène	[g/j]	6,67E-03	5,19E-03	5,42E-03	3,94E-03
Fluorène	[g/j]	1,75E-02	1,79E-02	1,79E-02	1,79E-02
Fluoranthène	[g/j]	5,15E-01	4,55E-01	4,75E-01	3,99E-01
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	[g/j]	3,21E-02	2,89E-02	3,02E-02	2,63E-02
Phénanthrène	[g/j]	1,07E+00	1,01E+00	1,06E+00	9,40E-01
Pyrène	[g/j]	4,42E-01	3,60E-01	3,75E-01	2,88E-01
Benzo(j)fluoranthène	[g/j]	1,63E-02	2,27E-02	2,34E-02	2,70E-02
Naphtalène	[g/j]	2,78E+01	2,34E+01	2,45E+01	2,05E+01
Somme des métaux	[g/j]	2,19E-01	2,24E-01	2,26E-01	3,12E-02
Arsenic	[g/j]	4,84E-04	4,71E-04	4,91E-04	4,58E-04
Cadmium	[g/j]	3,22E-04	3,12E-04	3,26E-04	3,02E-04
Chrome	[g/j]	1,04E-02	1,04E-02	1,09E-02	1,08E-02
Mercure	[g/j]	1,41E-02	1,38E-02	1,44E-02	1,37E-02
Nickel	[g/j]	3,69E-03	3,56E-03	3,71E-03	3,40E-03
Plomb	[g/j]	2,58E-03	2,51E-03	2,61E-03	2,44E-03
Dioxines	[g/j]	1,78E-09	9,26E-10	9,67E-10	5,99E-10
Furanes	[g/j]	2,66E-09	1,38E-09	1,44E-09	8,97E-10

Sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, il est possible de constater que les émissions de polluants (moyenne tous polluants confondus considérés dans l'étude) calculées à l'horizon futur 2028 en situation 'Projet' et 'Fil de l'Eau' ainsi que celles calculées en situation cumulée 2035 sont inférieures aux émissions moyennes en situation actuelle (cf. histogramme suivant).

[39] AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières - 12 juillet 2012

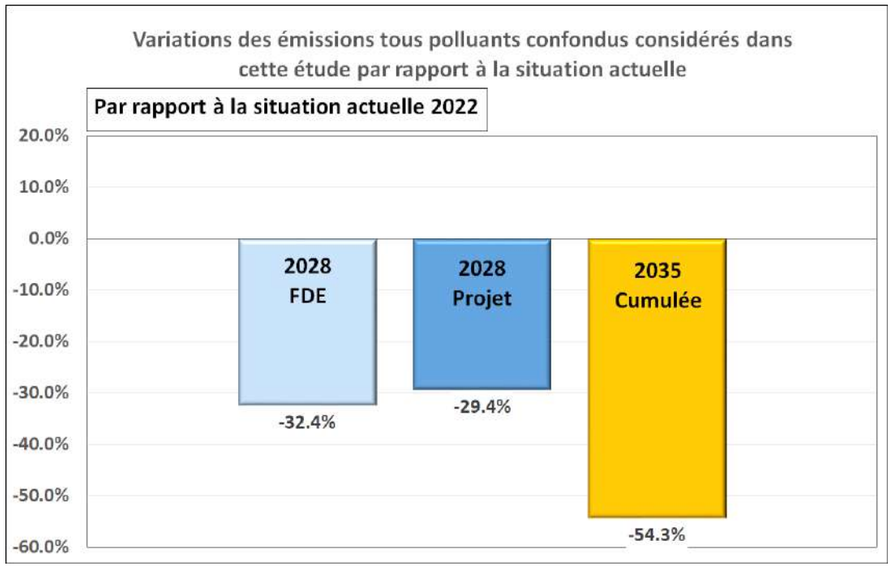


Figure 68 : Évolution moyenne des émissions de polluants (tous polluants confondus considérés) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle comparativement à la situation actuelle

Tableau 35 : Évolution des émissions pour les principaux polluants sur le réseau - par polluant

Émissions moyennes journalières annuelles	NOx	PM10	PM2,5	Particules à l'échappement	CO	SO_2
Impact projet 2028 : Avec vs Sans projet	+4,4%	+4,3%	+4,3%	+4,4%	+4,4%	+4,3%
Effets cumulés Cumulé 2035 vs FDE 2028	-35,1%	-1,7%	-5,4%	-47,8%	-7,9%	-3,9%
FDE 2028 vs Horizon actuel	-33,3%	-10,6%	-16,4%	-52,2%	-34,4%	-3,3%
Projet 2028 vs Horizon actuel	-30,4%	-6,7%	-12,7%	-50,1%	-31,5%	+0,9%
Cumulé 2035 vs Horizon actuel	-56,7%	-12,2%	-20,9%	-75,1%	-39,6%	-7,0%
Émissions moyennes journalières annuelles	**COVNM**	**Benzène**	**NO_2**	**BaP**	**Arsenic**	**Nickel**
Impact projet 2028 : Avec vs Sans projet	+4,2%	+4,5%	+4,5%	+4,5%	+4,3%	+4,3%
Effets cumulés Cumulé 2035 vs FDE 2028	-29,1%	-26,4%	-47,3%	-15,6%	-2,7%	-4,4%
FDE 2028 vs Horizon actuel	-59,1%	-58,6%	-37,2%	-16,0%	-2,7%	-3,5%
Projet 2028 vs Horizon actuel	-57,4%	-56,7%	-34,4%	-12,2%	+1,5%	+0,7%
Cumulé 2035 vs Horizon actuel	-71,0%	-69,5%	-66,9%	-29,1%	-5,3%	-7,7%

Aux horizons futurs, sur le **réseau** d'étude, il ressort que :
-Les émissions polluantes en 2028 (situations Fil de l'Eau et Projet) et 2035 (situation cumulée) diminuent par rapport à la situation actuelle pour les principaux polluants (sauf dioxyde de soufre, arsenic et nickel qui voient leurs émissions légèrement augmenter en 2028 en situation projet uniquement).

-L'exploitation du projet (2028) va entraîner une augmentation des émissions de tous les principaux polluants (de l'ordre de 4,2 % à 4,5 %) par rapport à la situation Fil de l'Eau 2028.
Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. listes précédentes), la mise en place du projet à l'horizon 2028 génère une évolution moyenne des émissions de polluants de +4,4 % par rapport au scénario Fil de l'Eau.
Cela est à corréler avec l'augmentation des VK sur le réseau d'étude par rapport au scénario Fil de l'Eau, compte tenu de la hausse des déplacements, eux-mêmes induits par l'accroissement de population liée au projet.

-La situation cumulée (2035) révèle une diminution des émissions de tous les principaux polluants (entre -1,7 % et -47,8 % en fonction du polluant considéré) par rapport à la situation Fil de l'eau 2028.
Tous polluants considérés et confondus dans cette étude (cf. listes précédentes), en situation cumulée à l'horizon 2035, les émissions de polluants, en moyenne, diminuent de **32,5** % par rapport à la situation Fil de l'eau 2028.

Les polluants émis par la combustion tendent à diminuer de manière très importante aux horizons futurs 2028 (situations Fil de l'Eau et Projet) et 2035 (situation cumulée) à l'exception du SO_2 pour lequel les émissions augmentent très légèrement en situation projet 2028.
Les imbrûlés (COVNM) sont également en recul, et ce, de manière significative.
Les augmentations de trafic sur le réseau d'étude pour les situations Fil de l'eau et Projet à l'horizon 2028 et la situation cumulée à l'horizon 2035 - par rapport à la situation actuelle – seront presque totalement compensées par la baisse des émissions unitaires, en raison du renouvellement du parc automobile. En effet, le remplacement des véhicules anciens par des véhicules plus récents et plus performants d'un point de vue environnemental grâce aux améliorations technologiques (par exemple, les systèmes d'épuration des gaz d'échappement) va générer la baisse des émissions des véhicules.
Quant aux polluants émis également par l'abrasion (usure des véhicules et des revêtements routiers), ces derniers voient leurs émissions diminuer de manière moins importante voire augmenter très légèrement (particules, métaux par exemple) du fait de la hausse des VK.

Les émissions des principaux polluants émis par le trafic en moyenne journalière annuelle sur le réseau d'étude sont représentées graphiquement ci-après.

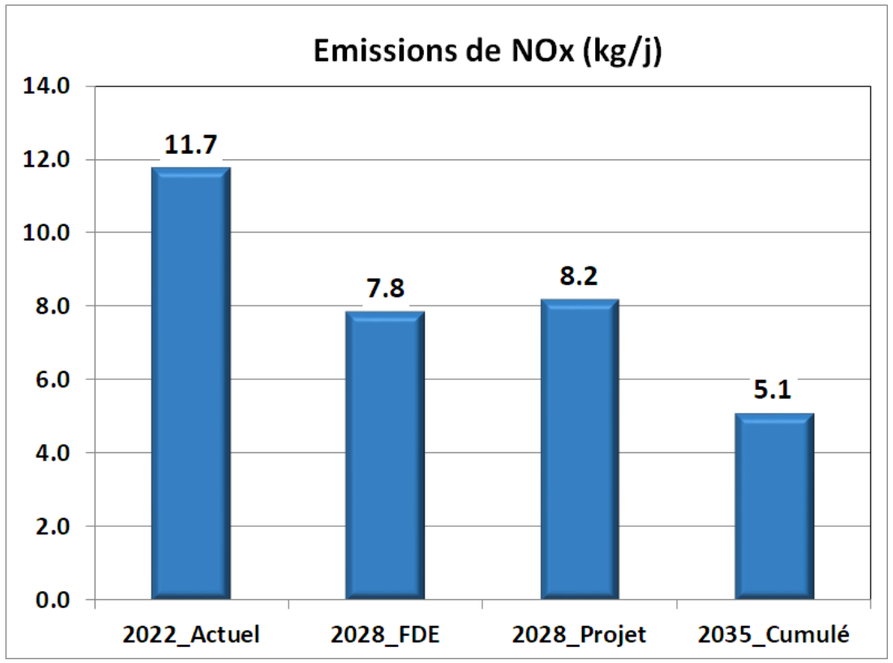


Figure 69 : Émissions d'oxydes d'azote (éq.NO_2) sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

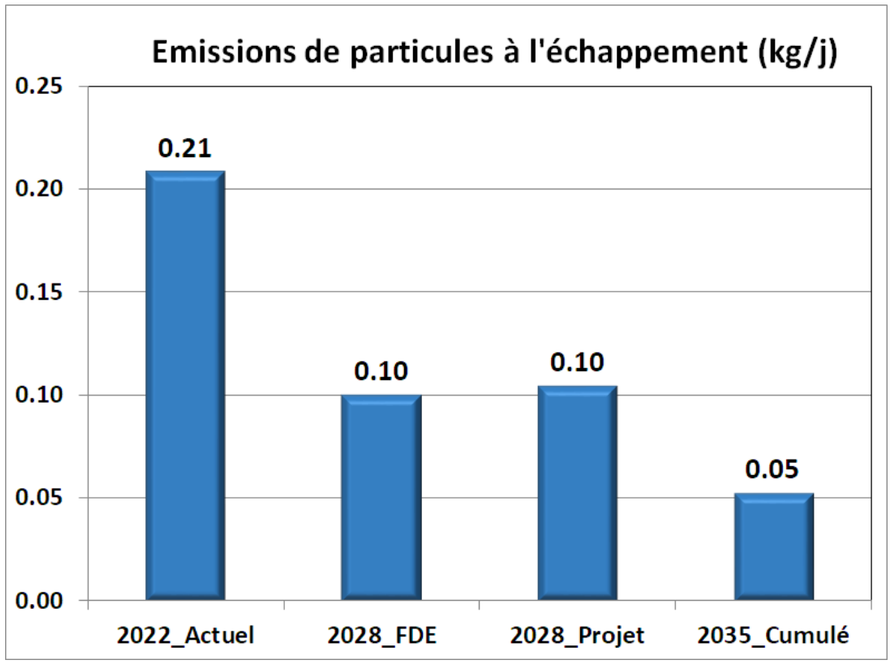


Figure 71 : Émissions de particules à l'échappement sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

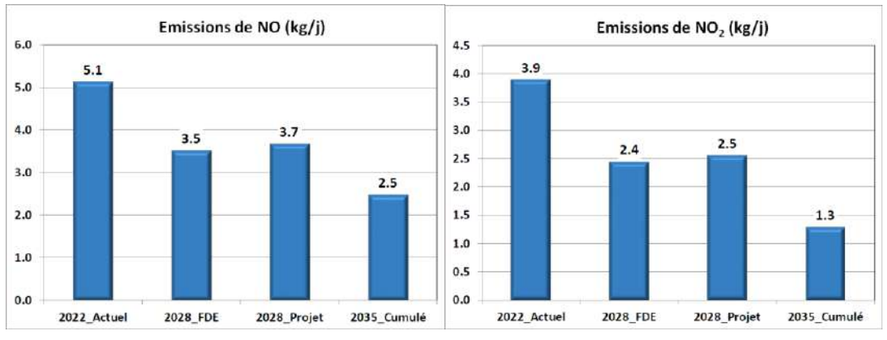


Figure 70 : Émissions de monoxyde d'azote et dioxyde d'azote sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

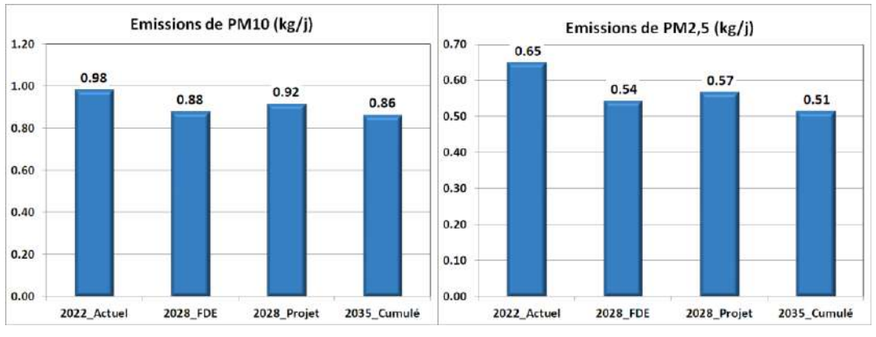


Figure 72 : Émissions de particules PM10 et PM2,5 sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

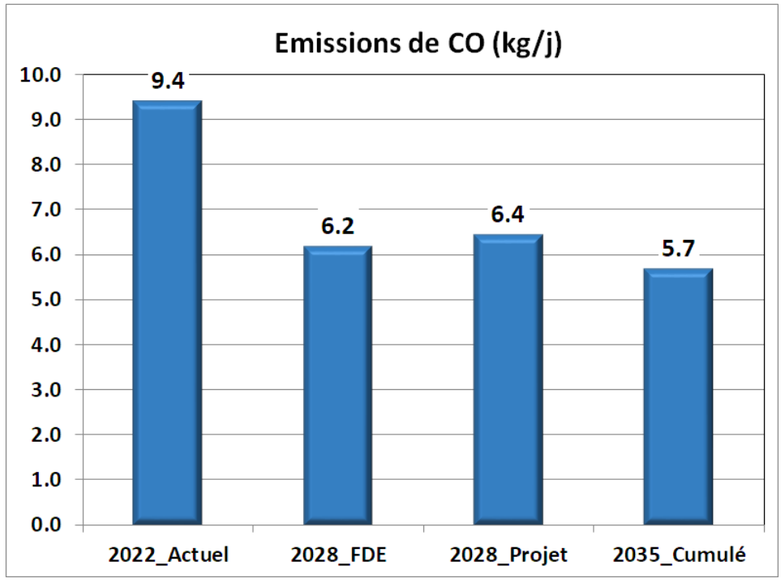


Figure 73 : Émissions de CO sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

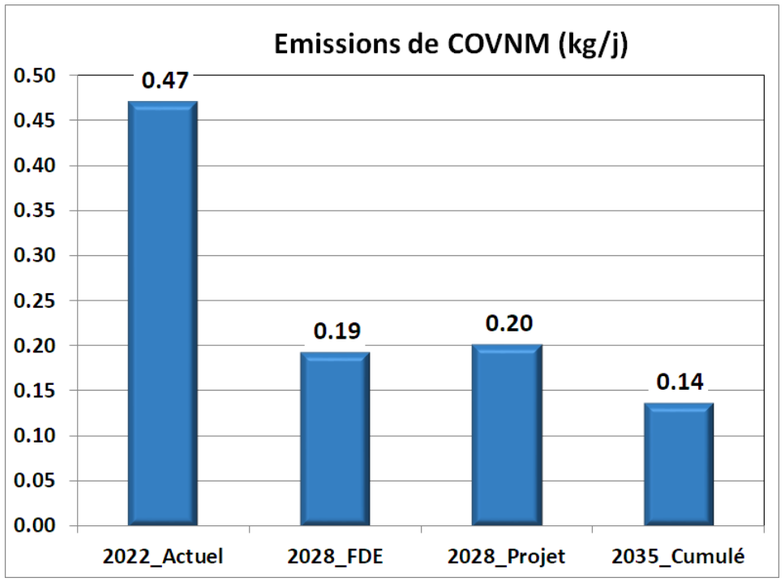


Figure 74 : Émissions de COVNM sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

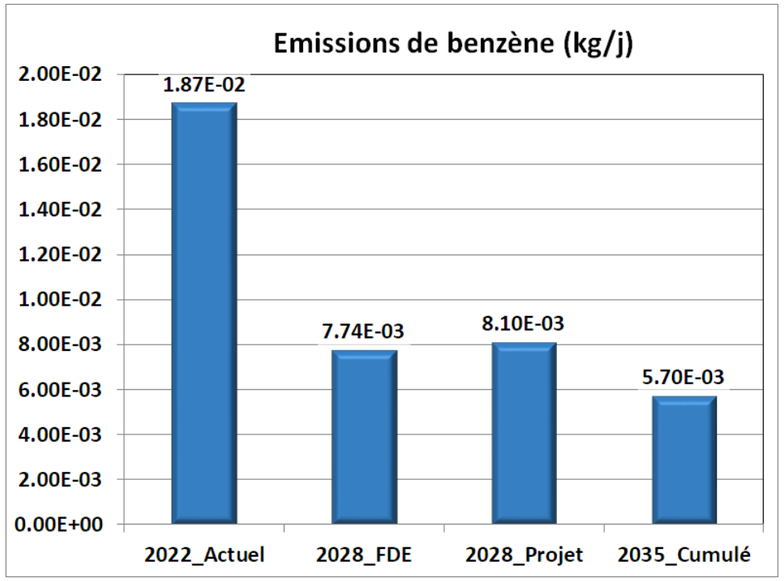


Figure 75 : Émissions de benzène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

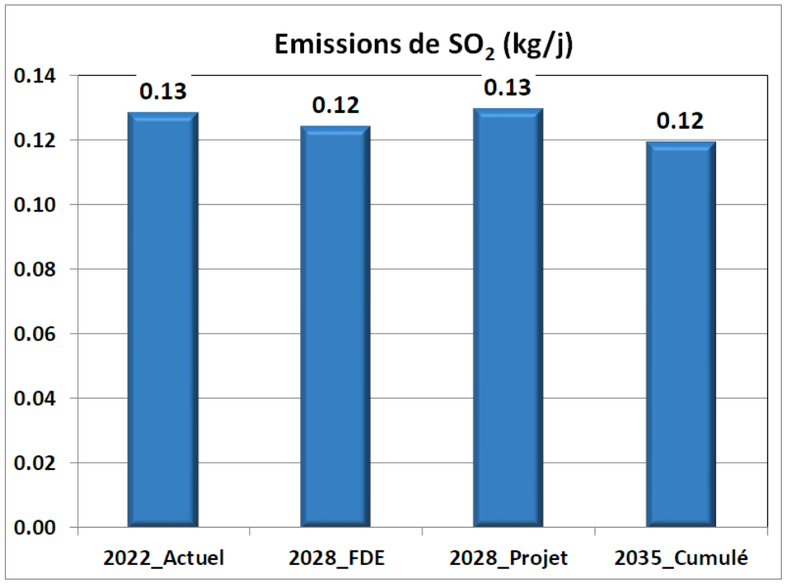


Figure 76 : Émissions de dioxyde de soufre sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

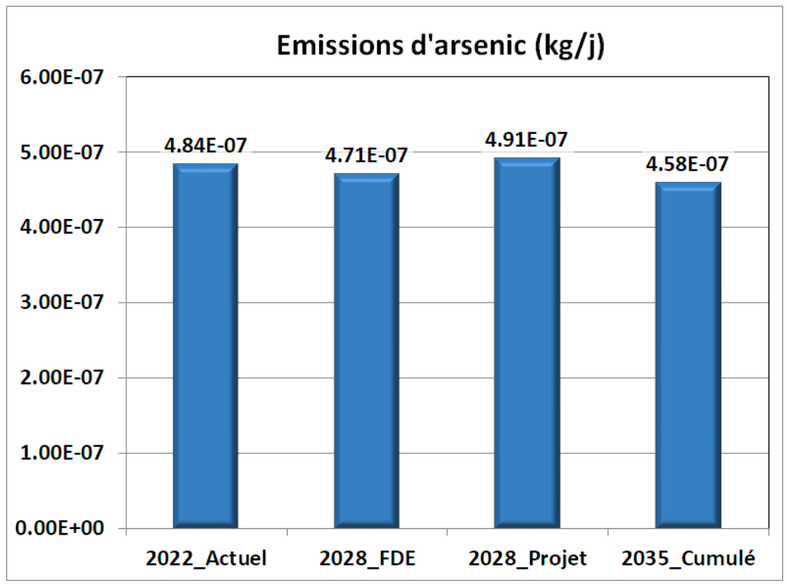


Figure 77 : Émissions d'arsenic sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

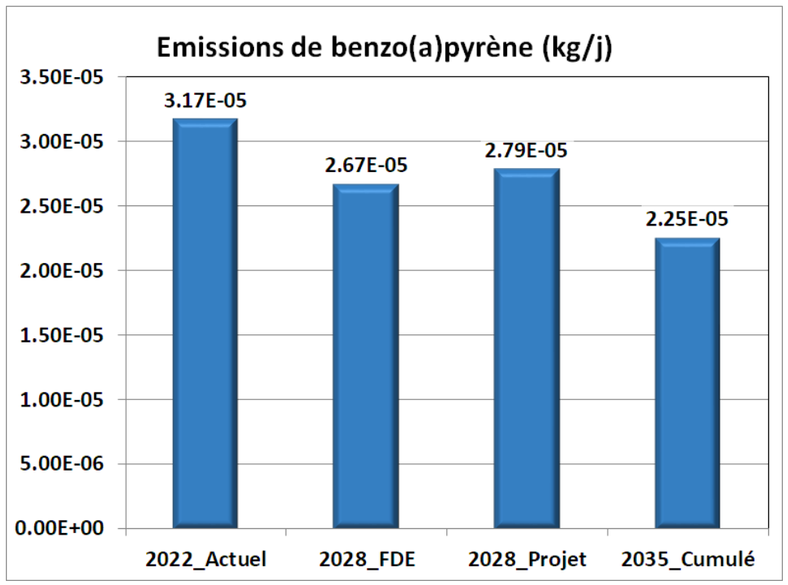


Figure 79 : Émissions de benzo(a)pyrène sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

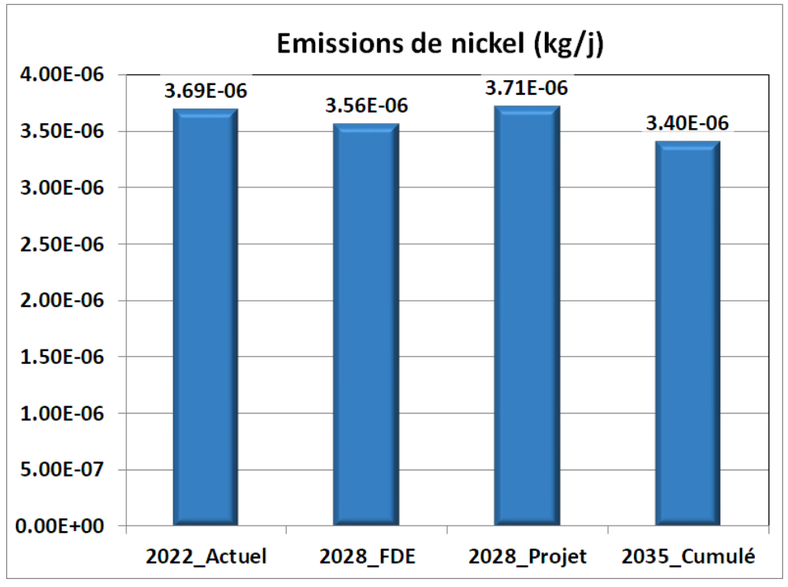


Figure 78 : Émissions de nickel sur le réseau d'étude en moyenne journalière annuelle

17.2.4. Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aux alentours des sources et au niveau des populations / lieux vulnérables.
Ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AERMOD (US EPA / United States Environmental Protection Agency).
Les calculs de dispersion se basent sur des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

Méthodologie

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) comme l'état de l'art parmi les modèles de dispersion de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ce modèle a, par ailleurs, été imposé comme modèle de dispersion de l'air obligatoire aux États-Unis pour toutes les études réglementaires.
C'est un modèle de type gaussien de dernière génération qui est basé sur la structure turbulente de la couche limite planétaire et des concepts d'échelles, incluant les terrains plats et complexes. Il détermine la vitesse du vent et la classe de stabilité qui donnent lieu aux concentrations maximales.
Cet outil suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants.
Il permet de prédire des concentrations au sol de rejets gazeux non réactifs, ou de particules solides.
Par ailleurs, les avantages et les limites de ce type de logiciel sont connus et publiés.
AERMOD contient deux préprocesseurs pour la conversion préalable des données météorologiques et topographiques, ce sont Aermet et Aermap.
L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations s'écrit comme suit :

$$C(x,y,z) = \frac{Q_m}{2.\pi.u_{10}.\sigma_y(x).\sigma_z(x)}.\exp\left(-\frac{y^2}{2.\sigma_y^2(x)}\right).\left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2.\sigma_z^2(x)}\right)+\exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2.\sigma_z^2(x)}\right)\right]$$

Avec
- C Concentration de polluants au point x,y,z (M/L^3)
- Q Débit de la source de polluants en (M/T)
- U_{10} Vitesse moyenne du vent mesurée à 10 m du sol (L/T)
- σy Écart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)
- σz Écart-type de la distribution verticale de turbulence (L)
- h Hauteur effective de la source de polluants (L)

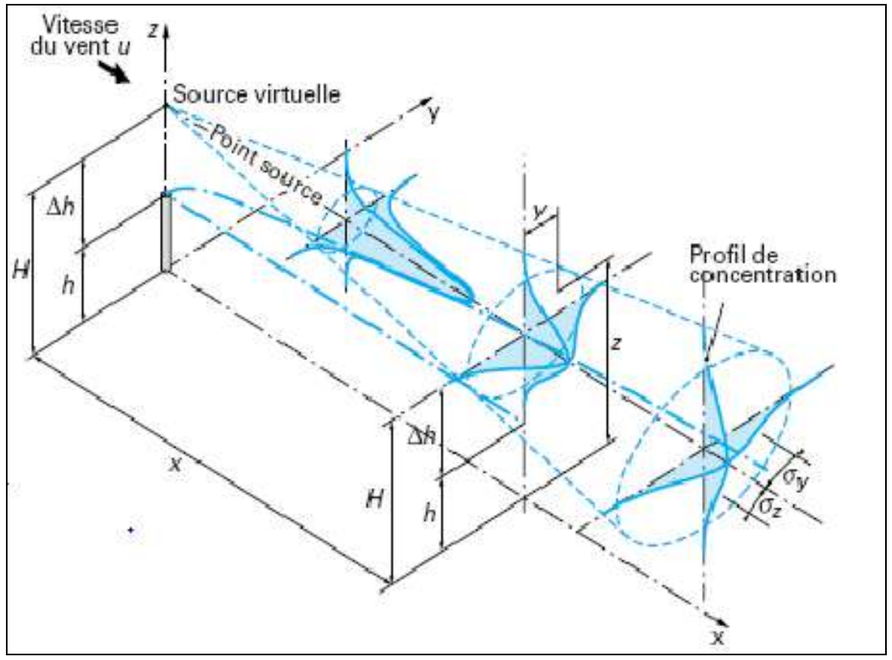


Figure 80: Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants étant directement influencée par les conditions météorologiques, les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis par la station météorologique « Rouen-Boos ».
Il s'agit des données horaires sur la durée de l'année 2017 complète, soit du 1er janvier au 31 décembre. Cette durée permet d'obtenir une bonne représentativité statistique des situations météorologiques rencontrées sur une zone.
Par ailleurs, l'utilisation de données horaires permet d'assurer également une représentativité adéquate de l'évolution des paramètres.

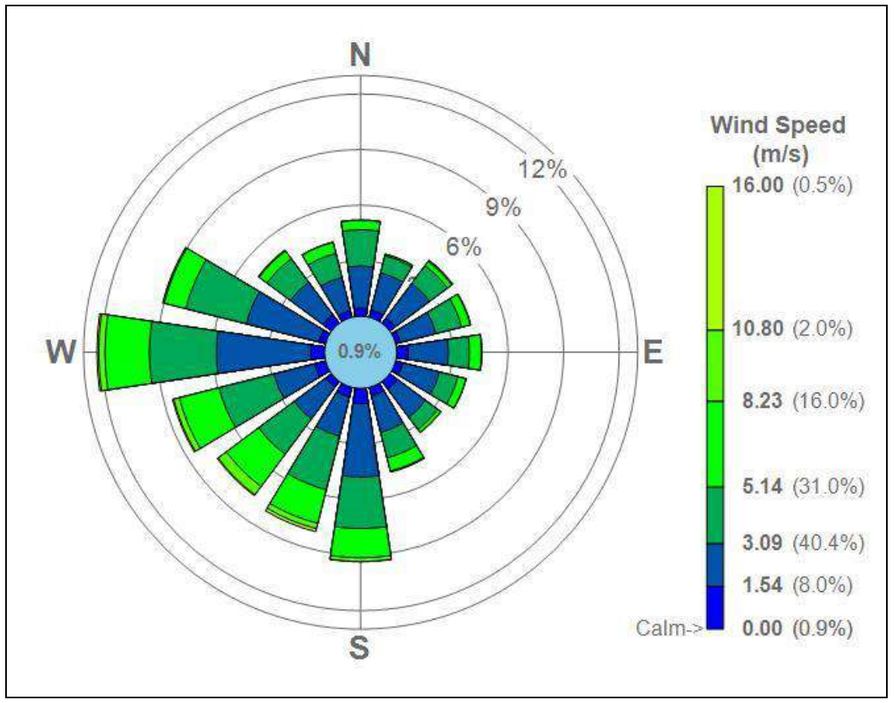


Figure 81: Rose des vents utilisée pour les simulations

La topographie du terrain est intégrée au modèle à l'aide du préprocesseur Aermap.
Les hauteurs de terrain des nœuds du réseau de récepteurs constituent les données d'entrée nécessaires. Les données topographiques ont été acquises auprès de l'IGN (résolution de 250 mètres jugée suffisante au regard de l'homogénéité du relief de la zone d'étude). Le terrain considéré est un rectangle de 1 900 mètres sur 1 700 mètres.
Le terrain numérique obtenu est illustré immédiatement ci-après.

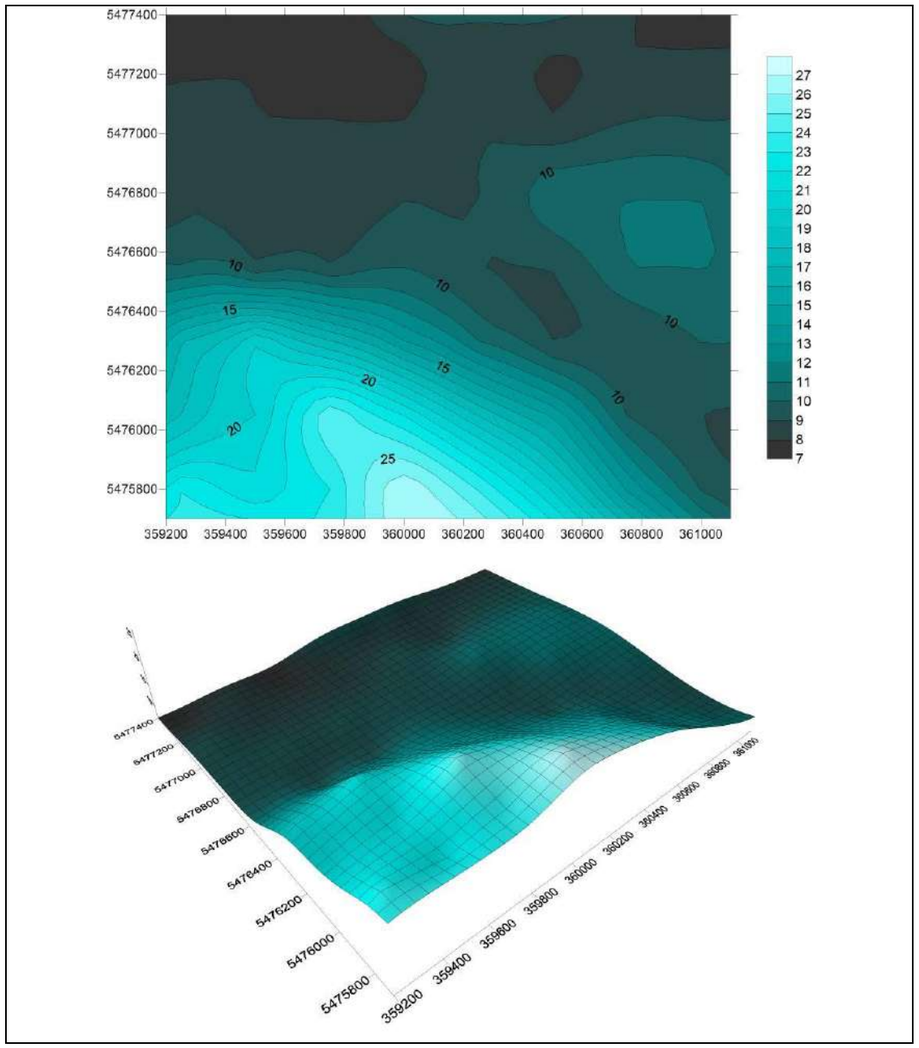
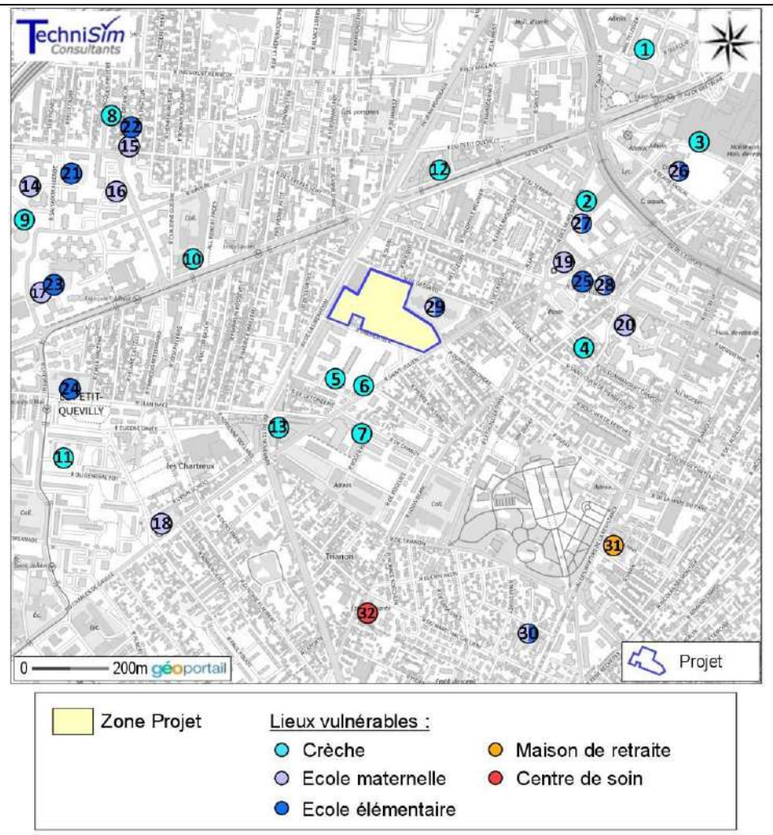


Figure 82: Terrain numérique utilisé dans les modélisations et grille de calcul

Les concentrations sont calculées en moyennes annuelles, journalières et horaires.
Elles sont relevées non seulement sur la grille de calcul (1 365 points de calcul) mais aussi au niveau de récepteurs ponctuels (lieux vulnérables : crèches, écoles, EHPAD, hôpital) et d'une grille restreinte correspondant à l'emprise projet (123 points de calcul).
Ces récepteurs sont repérés sur la planche qui va suivre.



Type d'établissement	Récepteur	Adresse / Dénomination / Effectif
CRECHE	1	14 Place des Faïenciers 76100 Rouen - Multi-accueil Les Cigognes (12 berceaux)
	2	123 Boulevard de l'Europe 76100 Rouen - Micro-crèche Les Fées lucioles Camélia (10 berceaux)
	3	2 Rue Henri Gadeau de Kerville 76100 Rouen - Multi-accueil Les p'tits matelots (15 berceaux)
	4	10 Rue Pierre Blanchard 76100 Rouen - MAM Tout un monde (12 berceaux)
	5	10 Rue Eustache de la Querière 76000 Rouen - Multi-accueil Graffiti's (40 berceaux)
	6	240 Rue Saint-Julien 76100 Rouen - MAM Jardin des Pierrots (12 berceaux)
	7	Rue de Chanzy 76000 Rouen - Multi-accueil Etoile du Sud (60 berceaux)
	8	1a Av. Jacques Prévert 76140 Le Petit-Quevilly - MAM La Maison enchantée (8 berceaux)
	9	7 Allée Paul Gauguin 76140 Le Petit-Quevilly - Multi-accueil Brin de Malice (30 berceaux)
	10	78 Av. Jean Jaurès 76140 Le Petit-Quevilly - Micro-crèche Neranei (10 berceaux)
	11	73 Rue Martial Spinneweber 76140 Le Petit-Quevilly - Multi-accueil Ribambelle (30 berceaux)
	12	108 Avenue de Caen 76100 Rouen - Micro-crèche La cour d'Arthur–Les chérubins (10 berceaux)
	13	4 rue Jacqueline Auriol 76140 Le Petit-Quevilly - Micro-crèche Lemon Baby (12 berceaux)
ÉCOLE MATERNELLE	14	4 rue Salvador Allende 76140 Le Petit-Quevilly - École maternelle Casanova (83 élèves)
	15	14 rue Pasteur 76140 Le Petit-Quevilly - École maternelle Jeanne d'Arc (114 élèves)
	16	Rue Jacques Prévert 76140 Le Petit-Quevilly - École maternelle Robert Desnos (80 élèves)
	17	25 rue Pablo Neruda 76140 Le Petit-Quevilly - École maternelle Elsa Triolet (97 élèves)
	18	26 boulevard Charles de Gaulle 76140 Le Petit-Quevilly - École maternelle Jean Jaurès (129 élèves)
	19	96 rue Saint Julien 76100 Rouen - École maternelle Marie Pape Carpentier (102 élèves)
	20	3 rue du Hameau des Brouettes 76100 Rouen - École maternelle du Hameau des Brouettes (105 élèves)
ÉCOLES ELEMENTAIRES	21	3 rue Salvador Allende 76140 Le Petit-Quevilly - École élémentaire Pablo Picasso (205 élèves)
	22	10 rue Louis Pasteur 76140 Le Petit-Quevilly - École élémentaire Louis Pasteur (214 élèves)
	23	27 rue Pablo Neruda 76140 Le Petit-Quevilly - École élémentaire Louis de Saint-Just (160 élèves)
	24	3 rue Chevreul 76140 Le Petit-Quevilly - École élémentaire Chevreul – Delphine Gay (195 élèves)
	25	16 rue Jean Mullot 76100 Rouen - École élémentaire Jean Mullot (294 élèves)
ÉCOLE PRIMAIRE	26 26	32 rue Blaise Pascal 76176 Rouen - École primaire privée Sacré-Cœur (399 élèves)
	27 27	7 rue des Murs Saint-Yon 76100 Rouen - École Primaire Rosa Parks (234 élèves)
	28 28	36 rue Etienne Delarue 76100 Rouen - École primaire privée St Sever - St Clément (238 élèves)
	289 29	5 allée des Pépinières 76100 Rouen - École maternelle Pépinières Saint Julien (102 élèves) Rue de Gessard 76100 Rouen - École élémentaire Pépinières Saint-Julien (236 élèves)
	30 30	1 rue Pierre Curie 76100 Rouen - École maternelle Charles Nicolle (97 élèves) 16 rue Maréchal Gallieni 76100 Rouen - École élémentaire Charles Nicolle (176 élèves)
MAISON DE RETRAITE	31	121 Avenue Martyrs de la Résistance 76100 Rouen - EHPAD Korian Le Jardin (63 lits)
HOPITAL	32	255 Rue Louis Blanc 76100 Rouen - Foyer d'Accueil Médicalisé Le Logis de Rouen (39 lits)
PROJET	Zone Projet	- Bâtiments en projet (habitations)

Figure 83: Emplacement des récepteurs ponctuels et zones sur la grille de calcul

Résultats des simulations

Les résultats que l'on retient sont les concentrations en µg/m³ à hauteur d'Homme.
Ils sont exprimés pour chaque scénario de modélisation retenu, et reportés dans les tableaux immédiatement suivants.
Pour les lieux vulnérables existants en l'état actuel, seules les concentrations maximales relevées pour chaque type de lieu vulnérable sont présentées.

Nota Bene : Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions du trafic routier sur les brins fournis dans l'étude trafic. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération.

Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul

Tableau 36 : Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX Grille de calcul	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Dioxyde d'azote	*Année*	3,76E+01	2,38E+01	2,50E+01	1,26E+01
	Heure	2,27E+02	1,42E+02	1,50E+02	7,55E+01
Particules PM10	*Année*	9,54E+00	8,53E+00	9,03E+00	8,50E+00
	Jour	2,83E+01	2,52E+01	2,68E+01	2,53E+01
Particules PM2,5	*Année*	6,30E+00	5,27E+00	5,58E+00	5,06E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	1,25E+00	1,21E+00	1,28E+00	1,18E+00
	Jour	3,71E+00	3,58E+00	3,80E+00	3,50E+00
	Heure	7,55E+00	7,28E+00	7,62E+00	7,02E+00
Monoxyde de carbone	*Heure*	7,92E+02	5,21E+02	5,45E+02	4,80E+02
Benzène	*Année*	1,83E-01	7,59E-02	7,97E-02	5,61E-02
Plomb	*Année*	2,51E-05	2,44E-05	2,58E-05	2,41E-05
B[a]P	*Année*	3,12E-04	2,62E-04	2,75E-04	2,23E-04
Arsenic	*Année*	4,70E-06	4,58E-06	4,85E-06	4,52E-06
Cadmium	*Année*	3,13E-06	3,04E-06	3,22E-06	2,98E-06
Nickel	*Année*	3,59E-05	3,47E-05	3,67E-05	3,36E-05

Tableau 37: Concentrations maximales relevées sur la grille de calcul pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX Grille de calcul	Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Ammoniac	*Année*	2,90E+00	3,12E+00	3,28E+00	3,84E+00
PM à l'échappement	*Année*	2,02E+00	9,64E-01	1,02E+00	5,10E-01
COVNM	*Année*	4,58E+00	1,88E+00	1,99E+00	1,37E+00
Acétaldéhyde	*Année*	1,36E-01	5,03E-02	5,35E-02	2,50E-02
Acroléine	*Année*	6,65E-02	2,38E-02	2,51E-02	9,94E-03
1,3-butadiène	*Année*	4,86E-02	2,10E-02	2,20E-02	1,52E-02
Éthylbenzène	*Année*	5,68E-02	2,54E-02	2,67E-02	2,11E-02
Formaldéhyde	*Année*	2,55E-01	9,45E-02	1,00E-01	4,60E-02
Toluène	*Année*	3,08E-01	1,32E-01	1,39E-01	1,05E-01
Xylènes	*Année*	2,26E-01	9,82E-02	1,03E-01	7,93E-02
16 HAP*	*Année*	3,35E-02	2,89E-02	3,04E-02	2,48E-02
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	5,95E-04	5,11E-04	5,38E-04	4,44E-04
Naphtalène	*Année*	2,73E-01	2,30E-01	2,41E-01	2,02E-01
Chrome	*Année*	1,01E-04	1,01E-04	1,07E-04	1,07E-04
Mercure	*Année*	1,37E-04	1,35E-04	1,43E-04	1,36E-04
Dioxines	*Année*	1,75E-11	9,09E-12	9,56E-12	5,91E-12
Furanes	*Année*	2,60E-11	1,36E-11	1,43E-11	8,85E-12
PM2,5	*Jour*	1,87E+01	1,56E+01	1,66E+01	1,50E+01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	1,14E+02	7,58E+01	8,02E+01	4,98E+01
Propionaldéhyde	*Année*	3,44E-02	1,28E-02	1,36E-02	6,21E-03

* Dont le B(a)P

Concentrations maximales relevées au niveau des lieux vulnérables existants

Tableau 38 : Concentrations maximales relevées au niveau des crèches pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX crèches	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Dioxyde d'azote	*Année*	7,70E+00	4,86E+00	5,02E+00	2,53E+00
	Heure	6,08E+01	3,84E+01	3,97E+01	2,00E+01
Particules PM10	*Année*	1,94E+00	1,74E+00	1,80E+00	1,69E+00
	Jour	6,36E+00	5,70E+00	5,86E+00	5,52E+00
Particules PM2,5	*Année*	1,28E+00	1,08E+00	1,11E+00	1,01E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	2,54E-01	2,46E-01	2,55E-01	2,34E-01
	Jour	8,33E-01	8,08E-01	8,31E-01	7,65E-01
	Heure	2,01E+00	1,95E+00	2,01E+00	1,85E+00
Monoxyde de carbone	*Heure*	2,14E+02	1,41E+02	1,45E+02	1,28E+02
Benzène	*Année*	3,71E-02	1,54E-02	1,59E-02	1,12E-02
Plomb	*Année*	5,10E-06	4,97E-06	5,13E-06	4,78E-06
B[a]P	*Année*	6,28E-05	5,30E-05	5,48E-05	4,43E-05
Arsenic	*Année*	9,56E-07	9,33E-07	9,63E-07	8,98E-07
Cadmium	*Année*	6,36E-07	6,19E-07	6,39E-07	5,93E-07
Nickel	*Année*	7,29E-06	7,06E-06	7,29E-06	6,68E-06

Tableau 39: Concentrations maximales relevées au niveau des crèches pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX crèches	Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Ammoniac	*Année*	5,83E-01	6,32E-01	6,53E-01	7,66E-01
PM à l'échappement	*Année*	4,12E-01	1,98E-01	2,04E-01	1,02E-01
COVNM	*Année*	9,32E-01	3,81E-01	3,94E-01	2,67E-01
Acétaldéhyde	*Année*	2,76E-02	1,02E-02	1,05E-02	4,81E-03
Acroléine	*Année*	1,36E-02	4,84E-03	4,99E-03	1,92E-03
1,3-butadiène	*Année*	9,69E-03	4,13E-03	4,24E-03	2,92E-03
Éthylbenzène	*Année*	1,15E-02	5,16E-03	5,33E-03	4,22E-03
Formaldéhyde	*Année*	5,20E-02	1,92E-02	1,98E-02	8,86E-03
Toluène	*Année*	6,22E-02	2,68E-02	2,77E-02	2,11E-02
Xylènes	*Année*	4,57E-02	1,99E-02	2,05E-02	1,58E-02
16 HAP*	*Année*	6,75E-03	5,84E-03	6,04E-03	4,93E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	1,20E-04	1,03E-04	1,07E-04	8,77E-05
Naphtalène	*Année*	5,50E-02	4,66E-02	4,82E-02	4,03E-02
Chrome	*Année*	2,05E-05	2,06E-05	2,13E-05	2,13E-05
Mercure	*Année*	2,79E-05	2,74E-05	2,83E-05	2,70E-05
Dioxines	*Année*	3,53E-12	1,84E-12	1,90E-12	1,18E-12
Furanes	*Année*	5,25E-12	2,74E-12	2,84E-12	1,77E-12
PM2,5	*Jour*	4,20E+00	3,52E+00	3,62E+00	3,29E+00
NOx (éq. NO_2)	*Année*	2,32E+01	1,55E+01	1,61E+01	9,99E+00
Propionaldéhyde	*Année*	7,04E-03	2,59E-03	2,67E-03	1,20E-03

* Dont le B(a)P

Tableau 40 : Concentrations maximales relevées au niveau des écoles primaires pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX écoles primaires	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Dioxyde d'azote	*Année*	4,02E+00	2,53E+00	2,77E+00	1,40E+00
	Heure	3,16E+01	2,00E+01	2,17E+01	1,10E+01
Particules PM10	*Année*	1,01E+00	9,05E-01	9,88E-01	9,30E-01
	Jour	3,18E+00	2,85E+00	3,15E+00	2,97E+00
Particules PM2,5	*Année*	6,67E-01	5,59E-01	6,10E-01	5,53E-01
Dioxyde de soufre	*Année*	1,32E-01	1,28E-01	1,40E-01	1,29E-01
	Jour	4,16E-01	4,03E-01	4,46E-01	4,11E-01
	Heure	1,04E+00	1,01E+00	1,09E+00	1,01E+00
Monoxyde de carbone	*Heure*	1,11E+02	7,29E+01	7,78E+01	6,88E+01
Benzène	*Année*	1,93E-02	8,01E-03	8,76E-03	6,16E-03
Plomb	*Année*	2,65E-06	2,58E-06	2,81E-06	2,62E-06
B[a]P	*Année*	3,27E-05	2,75E-05	3,00E-05	2,43E-05
Arsenic	*Année*	4,97E-07	4,84E-07	5,28E-07	4,92E-07
Cadmium	*Année*	3,31E-07	3,21E-07	3,50E-07	3,25E-07
Nickel	*Année*	3,79E-06	3,66E-06	4,00E-06	3,66E-06

Tableau 41: Concentrations maximales relevées au niveau des écoles primaires pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX écoles primaires	Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Ammoniac	*Année*	3,03E-01	3,28E-01	3,58E-01	4,20E-01
PM à l'échappement	*Année*	2,15E-01	1,03E-01	1,13E-01	5,63E-02
COVNM	*Année*	4,85E-01	1,97E-01	2,15E-01	1,45E-01
Acétaldéhyde	*Année*	1,44E-02	5,29E-03	5,75E-03	2,57E-03
Acroléine	*Année*	7,11E-03	2,52E-03	2,74E-03	1,03E-03
1,3-butadiène	*Année*	5,00E-03	2,12E-03	2,28E-03	1,54E-03
Éthylbenzène	*Année*	5,98E-03	2,68E-03	2,93E-03	2,32E-03
Formaldéhyde	*Année*	2,71E-02	9,93E-03	1,08E-02	4,74E-03
Toluène	*Année*	3,24E-02	1,39E-02	1,52E-02	1,16E-02
Xylènes	*Année*	2,38E-02	1,03E-02	1,13E-02	8,64E-03
16 HAP*	*Année*	3,51E-03	3,03E-03	3,31E-03	2,70E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	6,22E-05	5,34E-05	5,83E-05	4,79E-05
Naphtalène	*Année*	2,86E-02	2,42E-02	2,65E-02	2,22E-02
Chrome	*Année*	1,07E-05	1,07E-05	1,17E-05	1,17E-05
Mercure	*Année*	1,45E-05	1,42E-05	1,55E-05	1,48E-05
Dioxines	*Année*	1,83E-12	9,55E-13	1,04E-12	6,47E-13
Furanes	*Année*	2,73E-12	1,42E-12	1,56E-12	9,70E-13
PM2,5	*Jour*	2,10E+00	1,76E+00	1,95E+00	1,77E+00
NOx (éq. NO_2)	*Année*	1,20E+01	8,08E+00	8,83E+00	5,51E+00
Propionaldéhyde	*Année*	3,67E-03	1,34E-03	1,46E-03	6,35E-04

* Dont le B(a)P

Tableau 42 : Concentrations maximales relevées au niveau des écoles maternelles pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX écoles maternelles	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Dioxyde d'azote	*Année*	4,25E+00	2,69E+00	2,73E+00	1,38E+00
	Heure	5,60E+01	3,55E+01	3,59E+01	1,82E+01
Particules PM10	*Année*	1,06E+00	9,54E-01	9,66E-01	9,10E-01
	Jour	4,72E+00	4,26E+00	4,32E+00	4,07E+00
Particules PM2,5	*Année*	6,97E-01	5,89E-01	5,97E-01	5,41E-01
Dioxyde de soufre	*Année*	1,38E-01	1,35E-01	1,37E-01	1,26E-01
	Jour	6,18E-01	6,04E-01	6,11E-01	5,63E-01
	Heure	1,82E+00	1,78E+00	1,80E+00	1,66E+00
Monoxyde de carbone	*Heure*	1,97E+02	1,30E+02	1,31E+02	1,16E+02
Benzène	*Année*	2,08E-02	8,65E-03	8,77E-03	6,17E-03
Plomb	*Année*	2,77E-06	2,72E-06	2,76E-06	2,56E-06
B[a]P	*Année*	3,53E-05	2,97E-05	3,01E-05	2,43E-05
Arsenic	*Année*	5,20E-07	5,11E-07	5,17E-07	4,82E-07
Cadmium	*Année*	3,46E-07	3,39E-07	3,43E-07	3,18E-07
Nickel	*Année*	3,97E-06	3,86E-06	3,91E-06	3,58E-06

Tableau 43: Concentrations maximales relevées au niveau des écoles maternelles pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX écoles maternelles	Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Ammoniac	*Année*	3,28E-01	3,54E-01	3,59E-01	4,21E-01
PM à l'échappement	*Année*	2,24E-01	1,09E-01	1,10E-01	5,49E-02
COVNM	*Année*	5,09E-01	2,09E-01	2,12E-01	1,43E-01
Acétaldéhyde	*Année*	1,48E-02	5,44E-03	5,51E-03	2,44E-03
Acroléine	*Année*	7,31E-03	2,59E-03	2,62E-03	9,71E-04
1,3-butadiène	*Année*	5,00E-03	2,16E-03	2,18E-03	1,46E-03
Éthylbenzène	*Année*	6,47E-03	2,90E-03	2,94E-03	2,32E-03
Formaldéhyde	*Année*	2,78E-02	1,02E-02	1,04E-02	4,49E-03
Toluène	*Année*	3,51E-02	1,51E-02	1,53E-02	1,16E-02
Xylènes	*Année*	2,56E-02	1,11E-02	1,13E-02	8,63E-03
16 HAP*	*Année*	3,78E-03	3,26E-03	3,30E-03	2,69E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	6,68E-05	5,74E-05	5,82E-05	4,78E-05
Naphtalène	*Année*	3,11E-02	2,62E-02	2,65E-02	2,22E-02
Chrome	*Année*	1,12E-05	1,13E-05	1,15E-05	1,14E-05
Mercure	*Année*	1,52E-05	1,50E-05	1,52E-05	1,45E-05
Dioxines	*Année*	1,98E-12	1,03E-12	1,05E-12	6,49E-13
Furanes	*Année*	2,94E-12	1,54E-12	1,56E-12	9,73E-13
PM2,5	*Jour*	3,11E+00	2,63E+00	2,67E+00	2,42E+00
NOx (éq. NO_2)	*Année*	1,25E+01	8,55E+00	8,67E+00	5,42E+00
Propionaldéhyde	*Année*	3,74E-03	1,37E-03	1,39E-03	6,00E-04

* Dont le B(a)P

Tableau 44 : Concentrations maximales relevées au niveau des écoles élémentaires pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX écoles élémentaires	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Dioxyde d'azote	*Année*	1,46E+00	9,18E-01	9,68E-01	4,88E-01
	Heure	1,35E+01	8,43E+00	8,65E+00	4,37E+00
Particules PM10	*Année*	3,67E-01	3,28E-01	3,45E-01	3,25E-01
	Jour	1,30E+00	1,16E+00	1,20E+00	1,13E+00
Particules PM2,5	*Année*	2,42E-01	2,03E-01	2,13E-01	1,93E-01
Dioxyde de soufre	*Année*	4,80E-02	4,64E-02	4,88E-02	4,50E-02
	Jour	1,70E-01	1,64E-01	1,70E-01	1,56E-01
	Heure	4,45E-01	4,28E-01	4,39E-01	4,04E-01
Monoxyde de carbone	*Heure*	4,73E+01	3,09E+01	3,17E+01	2,78E+01
Benzène	*Année*	7,02E-03	2,90E-03	3,06E-03	2,16E-03
Plomb	*Année*	9,62E-07	9,35E-07	9,84E-07	9,16E-07
B[a]P	*Année*	1,19E-05	9,97E-06	1,05E-05	8,49E-06
Arsenic	*Année*	1,80E-07	1,75E-07	1,85E-07	1,72E-07
Cadmium	*Année*	1,20E-07	1,16E-07	1,23E-07	1,14E-07
Nickel	*Année*	1,38E-06	1,33E-06	1,40E-06	1,28E-06

Tableau 45: Concentrations maximales relevées au niveau des écoles élémentaires pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX écoles élémentaires	Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Ammoniac	*Année*	1,10E-01	1,19E-01	1,25E-01	1,47E-01
PM à l'échappement	*Année*	7,79E-02	3,73E-02	3,93E-02	1,96E-02
COVNM	*Année*	1,76E-01	7,15E-02	7,53E-02	5,08E-02
Acétaldéhyde	*Année*	5,23E-03	1,92E-03	2,01E-03	9,05E-04
Acroléine	*Année*	2,58E-03	9,11E-04	9,57E-04	3,62E-04
1,3-butadiène	*Année*	1,81E-03	7,67E-04	8,01E-04	5,46E-04
Éthylbenzène	*Année*	2,17E-03	9,71E-04	1,03E-03	8,11E-04
Formaldéhyde	*Année*	9,85E-03	3,60E-03	3,78E-03	1,67E-03
Toluène	*Année*	1,18E-02	5,03E-03	5,31E-03	4,05E-03
Xylènes	*Année*	8,64E-03	3,74E-03	3,94E-03	3,02E-03
16 HAP*	*Année*	1,27E-03	1,10E-03	1,16E-03	9,44E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	2,26E-05	1,94E-05	2,04E-05	1,68E-05
Naphtalène	*Année*	1,04E-02	8,77E-03	9,26E-03	7,75E-03
Chrome	*Année*	3,87E-06	3,88E-06	4,09E-06	4,08E-06
Mercure	*Année*	5,26E-06	5,16E-06	5,44E-06	5,17E-06
Dioxines	*Année*	6,66E-13	3,46E-13	3,65E-13	2,26E-13
Furanes	*Année*	9,91E-13	5,16E-13	5,45E-13	3,39E-13
PM2,5	*Jour*	8,59E-01	7,16E-01	7,41E-01	6,72E-01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	4,37E+00	2,93E+00	3,09E+00	1,92E+00
Propionaldéhyde	*Année*	1,33E-03	4,87E-04	5,10E-04	2,24E-04

* Dont le B(a)P

Tableau 46 : Concentrations relevées au niveau de l'EHPAD pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

EHPAD	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Dioxyde d'azote	*Année*	6,45E-01	4,05E-01	4,21E-01	2,12E-01
	Heure	7,81E+00	4,91E+00	5,17E+00	2,61E+00
Particules PM10	*Année*	1,62E-01	1,45E-01	1,50E-01	1,42E-01
	Jour	6,39E-01	5,71E-01	5,98E-01	5,63E-01
Particules PM2,5	*Année*	1,07E-01	8,95E-02	9,29E-02	8,42E-02
Dioxyde de soufre	*Année*	2,12E-02	2,05E-02	2,13E-02	1,96E-02
	Jour	8,36E-02	8,06E-02	8,44E-02	7,77E-02
	Heure	2,57E-01	2,48E-01	2,61E-01	2,40E-01
Monoxyde de carbone	*Heure*	2,63E+01	1,74E+01	1,83E+01	1,63E+01
Benzène	*Année*	3,10E-03	1,28E-03	1,33E-03	9,38E-04
Plomb	*Année*	4,26E-07	4,13E-07	4,28E-07	3,99E-07
B[a]P	*Année*	5,25E-06	4,41E-06	4,57E-06	3,69E-06
Arsenic	*Année*	7,98E-08	7,76E-08	8,04E-08	7,50E-08
Cadmium	*Année*	5,31E-08	5,15E-08	5,34E-08	4,95E-08
Nickel	*Année*	6,09E-07	5,87E-07	6,08E-07	5,57E-07

Tableau 47: Concentrations relevées au niveau de l'EHPAD pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

EHPAD	Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Ammoniac	*Année*	4,88E-02	5,25E-02	5,45E-02	6,39E-02
PM à l'échappement	*Année*	3,45E-02	1,65E-02	1,71E-02	8,55E-03
COVNM	*Année*	7,79E-02	3,16E-02	3,28E-02	2,21E-02
Acétaldéhyde	*Année*	2,31E-03	8,48E-04	8,78E-04	3,96E-04
Acroléine	*Année*	1,14E-03	4,03E-04	4,17E-04	1,58E-04
1,3-butadiène	*Année*	8,02E-04	3,39E-04	3,50E-04	2,39E-04
Éthylbenzène	*Année*	9,61E-04	4,29E-04	4,46E-04	3,53E-04
Formaldéhyde	*Année*	4,35E-03	1,59E-03	1,65E-03	7,29E-04
Toluène	*Année*	5,21E-03	2,22E-03	2,31E-03	1,76E-03
Xylènes	*Année*	3,82E-03	1,65E-03	1,71E-03	1,32E-03
16 HAP*	*Année*	5,63E-04	4,85E-04	5,04E-04	4,11E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	1,00E-05	8,56E-06	8,88E-06	7,31E-06
Naphtalène	*Année*	4,60E-03	3,88E-03	4,03E-03	3,37E-03
Chrome	*Année*	1,71E-06	1,72E-06	1,78E-06	1,78E-06
Mercure	*Année*	2,33E-06	2,28E-06	2,37E-06	2,25E-06
Dioxines	*Année*	2,95E-13	1,53E-13	1,59E-13	9,85E-14
Furanes	*Année*	4,39E-13	2,28E-13	2,37E-13	1,48E-13
PM2,5	*Jour*	4,22E-01	3,53E-01	3,69E-01	3,35E-01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	1,93E+00	1,29E+00	1,34E+00	8,37E-01
Propionaldéhyde	*Année*	5,89E-04	2,15E-04	2,23E-04	9,80E-05

* Dont le B(a)P

Tableau 48 : Concentrations relevées au niveau du centre de soin pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

Centre de soin	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Dioxyde d'azote	*Année*	2,56E-01	1,61E-01	1,63E-01	8,23E-02
	Heure	1,99E+00	1,25E+00	1,26E+00	6,36E-01
Particules PM10	*Année*	6,45E-02	5,77E-02	5,86E-02	5,52E-02
	Jour	2,05E-01	1,84E-01	1,86E-01	1,75E-01
Particules PM2,5	*Année*	4,26E-02	3,57E-02	3,62E-02	3,28E-02
Dioxyde de soufre	*Année*	8,44E-03	8,18E-03	8,30E-03	7,65E-03
	Jour	2,69E-02	2,61E-02	2,63E-02	2,43E-02
	Heure	6,65E-02	6,41E-02	6,45E-02	5,95E-02
Monoxyde de carbone	*Heure*	6,98E+00	4,54E+00	4,57E+00	4,00E+00
Benzène	*Année*	1,24E-03	5,11E-04	5,19E-04	3,65E-04
Plomb	*Année*	1,69E-07	1,65E-07	1,67E-07	1,56E-07
B[a]P	*Année*	2,10E-06	1,76E-06	1,79E-06	1,44E-06
Arsenic	*Année*	3,18E-08	3,10E-08	3,14E-08	2,93E-08
Cadmium	*Année*	2,11E-08	2,05E-08	2,08E-08	1,93E-08
Nickel	*Année*	2,42E-07	2,34E-07	2,38E-07	2,18E-07

Tableau 49: Concentrations relevées au niveau du centre de soin pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

Centre de soin	Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Ammoniac	*Année*	1,95E-02	2,10E-02	2,13E-02	2,50E-02
PM à l'échappement	*Année*	1,37E-02	6,55E-03	6,65E-03	3,32E-03
COVNM	*Année*	3,10E-02	1,27E-02	1,29E-02	8,74E-03
Acétaldéhyde	*Année*	9,15E-04	3,39E-04	3,44E-04	1,59E-04
Acroléine	*Année*	4,50E-04	1,60E-04	1,63E-04	6,34E-05
1,3-butadiène	*Année*	3,20E-04	1,38E-04	1,40E-04	9,68E-05
Éthylbenzène	*Année*	3,83E-04	1,71E-04	1,74E-04	1,37E-04
Formaldéhyde	*Année*	1,72E-03	6,36E-04	6,45E-04	2,93E-04
Toluène	*Année*	2,08E-03	8,88E-04	9,01E-04	6,86E-04
Xylènes	*Année*	1,52E-03	6,60E-04	6,70E-04	5,14E-04
16 HAP*	*Année*	2,25E-04	1,94E-04	1,97E-04	1,61E-04
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	4,00E-06	3,43E-06	3,48E-06	2,86E-06
Naphtalène	*Année*	1,84E-03	1,55E-03	1,57E-03	1,31E-03
Chrome	*Année*	6,81E-07	6,85E-07	6,95E-07	6,93E-07
Mercure	*Année*	9,26E-07	9,11E-07	9,24E-07	8,79E-07
Dioxines	*Année*	1,18E-13	6,11E-14	6,20E-14	3,84E-14
Furanes	*Année*	1,75E-13	9,11E-14	9,25E-14	5,75E-14
PM2,5	*Jour*	1,36E-01	1,14E-01	1,15E-01	1,04E-01
NOx (éq. NO_2)	*Année*	7,69E-01	5,15E-01	5,23E-01	3,25E-01
Propionaldéhyde	*Année*	2,33E-04	8,62E-05	8,74E-05	3,96E-05

* Dont le B(a)P

Concentrations maximales relevées sur l'emprise projet

Tableau 50 : Concentrations maximales relevées au niveau de l'emprise projet pour les composés faisant l'objet d'une réglementation

MAX emprise projet	Composés faisant l'objet d'une règlementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Dioxyde d'azote	*Année*	9,26E+00	5,86E+00	6,51E+00	3,28E+00
	Heure	7,91E+01	5,02E+01	5,57E+01	2,81E+01
Particules PM10	*Année*	2,34E+00	2,10E+00	2,33E+00	2,19E+00
	Jour	7,70E+00	6,94E+00	7,81E+00	7,36E+00
Particules PM2,5	*Année*	1,55E+00	1,30E+00	1,44E+00	1,30E+00
Dioxyde de soufre	*Année*	3,06E-01	2,98E-01	3,30E-01	3,04E-01
	Jour	1,01E+00	9,83E-01	1,11E+00	1,02E+00
	Heure	2,63E+00	2,56E+00	2,83E+00	2,61E+00
Monoxyde de carbone	*Heure*	2,78E+02	1,84E+02	2,04E+02	1,79E+02
Benzène	*Année*	4,46E-02	1,87E-02	2,07E-02	1,46E-02
Plomb	*Année*	6,15E-06	6,01E-06	6,64E-06	6,19E-06
B[a]P	*Année*	7,59E-05	6,42E-05	7,12E-05	5,75E-05
Arsenic	*Année*	1,15E-06	1,13E-06	1,25E-06	1,16E-06
Cadmium	*Année*	7,67E-07	7,49E-07	8,28E-07	7,68E-07
Nickel	*Année*	8,79E-06	8,54E-06	9,44E-06	8,64E-06

Tableau 51: Concentrations maximales relevées au niveau de l'emprise projet pour les composés ne faisant pas l'objet d'une réglementation

MAX emprise projet	Composés ne *faisant pas l'objet* d'une réglementation [µg/m³]				
COMPOSES	Pas de temps	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Ammoniac	*Année*	7,05E-01	7,66E-01	8,49E-01	9,96E-01
PM à l'échappement	*Année*	4,96E-01	2,39E-01	2,64E-01	1,32E-01
COVNM	*Année*	1,12E+00	4,62E-01	5,10E-01	3,46E-01
Acétaldéhyde	*Année*	3,32E-02	1,24E-02	1,36E-02	6,20E-03
Acroléine	*Année*	1,63E-02	5,84E-03	6,44E-03	2,47E-03
1,3-butadiène	*Année*	1,17E-02	5,04E-03	5,47E-03	3,76E-03
Éthylbenzène	*Année*	1,38E-02	6,25E-03	6,94E-03	5,48E-03
Formaldéhyde	*Année*	6,26E-02	2,32E-02	2,55E-02	1,14E-02
Toluène	*Année*	7,51E-02	3,24E-02	3,60E-02	2,74E-02
Xylènes	*Année*	5,51E-02	2,41E-02	2,67E-02	2,05E-02
16 HAP*	*Année*	8,15E-03	7,08E-03	7,85E-03	6,40E-03
16 HAP* en équivalent B(a)P	*Année*	1,45E-04	1,25E-04	1,38E-04	1,14E-04
Naphtalène	*Année*	6,64E-02	5,64E-02	6,27E-02	5,25E-02
Chrome	*Année*	2,47E-05	2,50E-05	2,76E-05	2,75E-05
Mercure	*Année*	3,36E-05	3,32E-05	3,67E-05	3,49E-05
Dioxines	*Année*	4,26E-12	2,23E-12	2,47E-12	1,53E-12
Furanes	*Année*	6,35E-12	3,33E-12	3,69E-12	2,30E-12
PM2,5	*Jour*	5,08E+00	4,28E+00	4,83E+00	4,38E+00
NOx (éq. NO_2)	*Année*	2,79E+01	1,88E+01	2,08E+01	1,29E+01
Propionaldéhyde	*Année*	8,46E-03	3,14E-03	3,44E-03	1,54E-03

* Dont le B(a)P

Résultats détaillés des substances réglementées

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l'air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;
- **Valeur cible :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite :** seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique :** niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Les substances faisant l'objet d'une réglementation sont listées ci-dessous :

- Le dioxyde d'azote ;
- Les particules PM10 ;
- Les particules PM2,5 ;
- Le benzène ;
- Le dioxyde de soufre ;
- Le plomb ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Le benzo[a]pyrène ;
- L'arsenic, le cadmium, le nickel ;
- L'ozone.

Précision : Les NOx ne sont pas à proprement parler règlementés, seul un niveau critique pour la protection de la végétation est émis.

L'ozone est un polluant obtenu dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines.
La modélisation et la prévision des pollutions à l'ozone sont complexes. En effet, la formation de l'ozone est dépendante à la fois du rayonnement solaire et de la présence de ses précurseurs. Par conséquent, le polluant ozone ne sera pas considéré.
Parmi ces composés, ceux rejetés en quantité par le trafic routier (« traceurs ») sont le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2,5.
L'analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air se portera essentiellement sur les polluants précités. L'objectif étant de qualifier les impacts sur la qualité de l'air.

Dioxyde d'azote [NO_2]

En considérant les émissions provenant des voies de circulation dont les trafics ont été fournis, les concentrations en NO_2 calculées en moyennes annuelles sont toutes inférieures aux normes réglementaires au niveau des **lieux vulnérables existants** et de **l'emprise projet**, à l'horizon actuel 2022, à l'horizon 2028 'avec' ou 'sans' projet et à l'horizon 2035 en situation cumulée.
La concentration maximale modélisée en moyenne annuelle sur la zone d'étude est également inférieure au seuil réglementaire annuel pour tous les horizons et situations étudiés.
Les concentrations en NO_2 les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus élevés (RD3, RD938).

En moyenne annuelle, les teneurs maximales sur la grille de calcul aux horizons futurs sont inférieures à celle en situation actuelle **(-36,9 %** à l'horizon **2028 sans projet, -33,6 %** à l'horizon **2028 avec projet** et **-66,5 %** à l'horizon **2035 en situation cumulée)** compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres.

La réalisation du projet « Jardin des Pépinières », en 2028, par rapport au scénario Fil de l'Eau, induit une augmentation de la concentration maximale en NO_2 calculée sur la zone d'étude d'environ 5,2 % (soit +1,2 µgNO_2/m^3 sur la moyenne annuelle) en lien avec l'augmentation de trafic entraînée par la réalisation du projet.
Au niveau des lieux vulnérables existants en l'état actuel (crèches, écoles, EHPAD, centre de soin), par rapport au scénario Fil de l'Eau 2028, le projet induit une très faible augmentation des concentrations en NO_2 (différence maximale de +0,24 µgNO_2/m^3 pour le récepteur 29).
Sur l'emprise projet, la réalisation de l'aménagement en 2028 induit par rapport au scénario Fil de l'Eau 2028 une augmentation de la teneur maximale en NO_2 de +0,65 µgNO_2/m^3.
Au regard de la valeur limite de 40 µg/m^3, et des valeurs absolues des concentrations en NO_2 modélisées à l'horizon futur 2028, avec et sans projet, il est possible de qualifier les augmentations de concentrations liées à la réalisation du projet, comme étant non significatives au niveau des lieux vulnérables et de l'emprise projet.

L'analyse des effets cumulés à l'horizon 2035 comparativement au scénario fil de l'eau 2028 indique une influence positive (diminution des teneurs en NO_2) du fait du renouvellement du parc automobile induisant une baisse des émissions unitaires, que ce soit pour la teneur maximale de la zone d'étude (écart de -11,1 µgNO_2/m^3 en moyenne annuelle), les teneurs au niveau des récepteurs (écarts compris entre -0,08 et -2,3 µgNO_2/m^3 en moyenne annuelle) ou pour la teneur maximale sur l'emprise projet (écart de -2,6 µgNO_2/m^3 en moyenne annuelle.

En se référant à la carte de différence des concentrations modélisées entre la situation 'Projet' et 'Fil de l'Eau' à l'horizon 2028, il est possible de constater que, malgré l'accroissement de trafic entraîné par le projet, les hausses des concentrations en dioxyde d'azote dans l'air ambiant sont assez faibles. Les hausses les plus importantes sont logiquement retrouvées au niveau des voies d'accès au projet, notamment la rue Parmentier pour laquelle une augmentation maximale d'environ 3,2 µgNO_2/m^3 est observée en moyenne annuelle.

Les valeurs réglementaires relatives au dioxyde d'azote, ainsi que les résultats des modélisations sont disponibles sans les tableaux suivants.

Tableau 52 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – moyenne annuelle

NO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite		40 µg/m³	
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
ZONE ETUDE - MAX	37,63	23,75	24,99	12,61
CENTILE 95	6,83	4,31	4,54	2,29
CENTILE 90	4,96	3,12	3,37	1,70
CENTILE 80	3,72	2,34	2,52	1,27
CENTILE 70	1,99	1,25	1,30	0,66
MAX CRECHES	7,70	4,86	5,02	2,53
MAX ECOLES PRIMAIRES	4,02	2,53	2,77	1,40
MAX ECOLES MATERNELLES	4,25	2,69	2,73	1,38
MAX ECOLES ELEMENTAIRES	1,46	0,92	0,97	0,49
EHPAD	0,65	0,41	0,42	0,21
CENTRE DE SOIN	0,26	0,16	0,16	0,08
Max Zone Projet	9,26	5,86	6,51	3,28
Centile 90	6,27	3,94	4,31	2,17
Centile 50	4,35	2,73	2,99	1,51
Centile 10	3,78	2,38	2,59	1,31
Moyenne	4,74	2,98	3,25	1,64
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Tableau 53 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote – maximum horaire

NO_2 (µg/m³) Maximum horaire	Valeur limite	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an		
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
ZONE ETUDE - MAX	227,14	142,44	149,59	75,53
CENTILE 95	64,27	40,24	41,46	20,92
CENTILE 90	43,88	27,71	28,58	14,41
CENTILE 80	30,71	19,34	20,16	10,16
CENTILE 70	22,41	14,06	14,51	7,32
MAX CRECHES	60,76	38,43	39,66	20,02
MAX ECOLES PRIMAIRES	31,56	19,97	21,72	10,96
MAX ECOLES MATERNELLES	55,97	35,48	35,94	18,16
MAX ECOLES ELEMENTAIRES	13,45	8,43	8,65	4,37
EHPAD	7,81	4,91	5,17	2,61
CENTRE DE SOIN	1,99	1,25	1,26	0,64
Max Zone Projet	79,09	50,19	55,70	28,12
Centile 90	50,69	32,04	34,68	17,49
Centile 50	32,99	20,65	22,24	11,23
Centile 10	28,03	17,71	18,51	9,34
Moyenne	36,89	23,16	24,75	12,49
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Les isocontours des concentrations annuelles en NO_2 modélisées aux différents horizons et situations étudiés sont éditées sur les cartographies suivantes.

Figure 84 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°1 – Horizon actuel – 2022

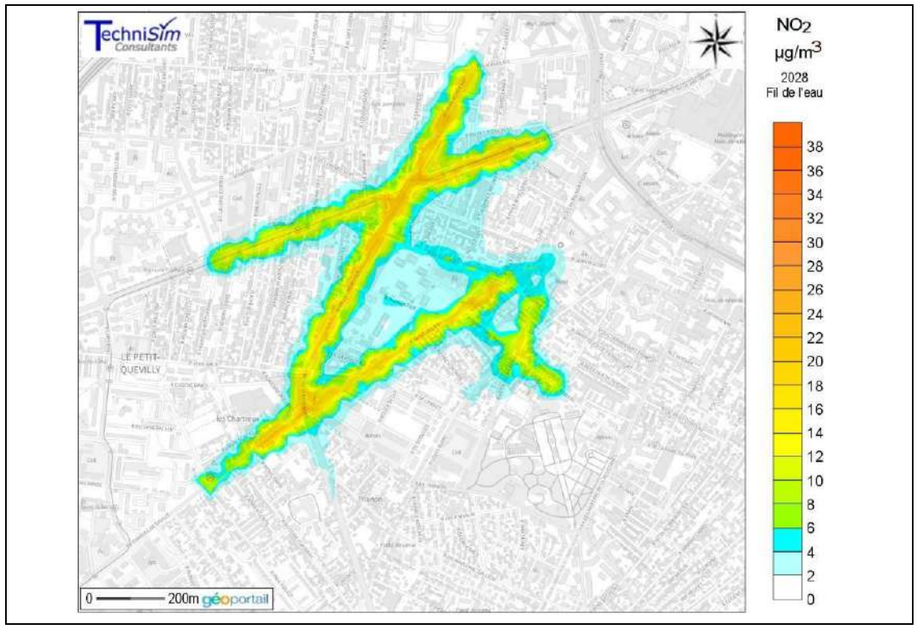


Figure 85 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Sans projet

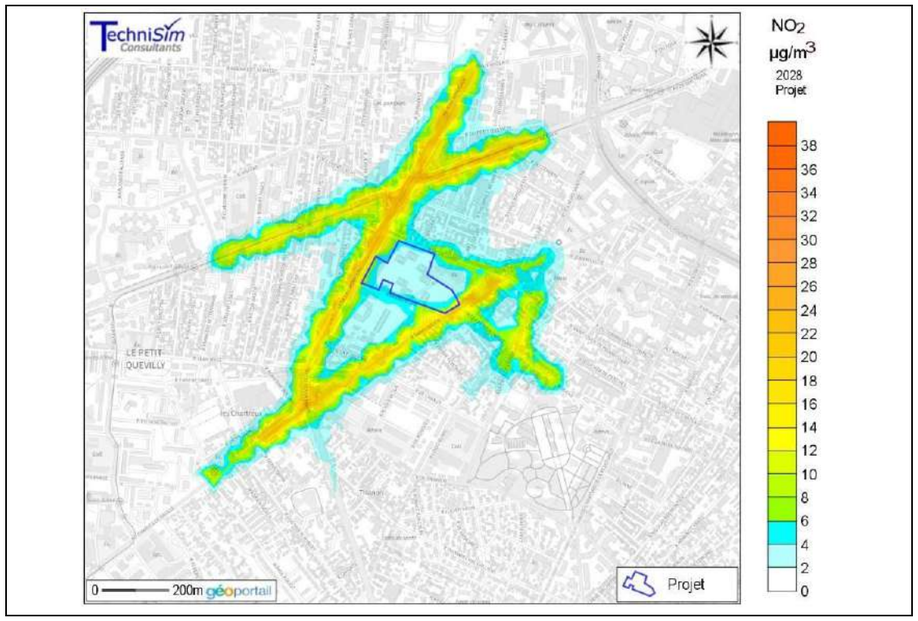


Figure 86 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2028 – Avec projet

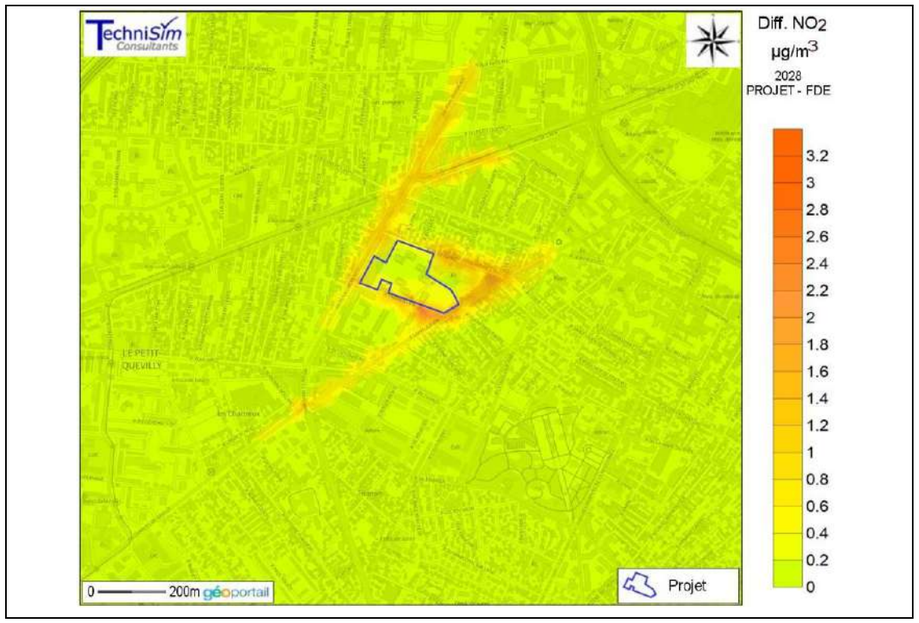


Figure 88 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2028 (Situation 3-situation 2)

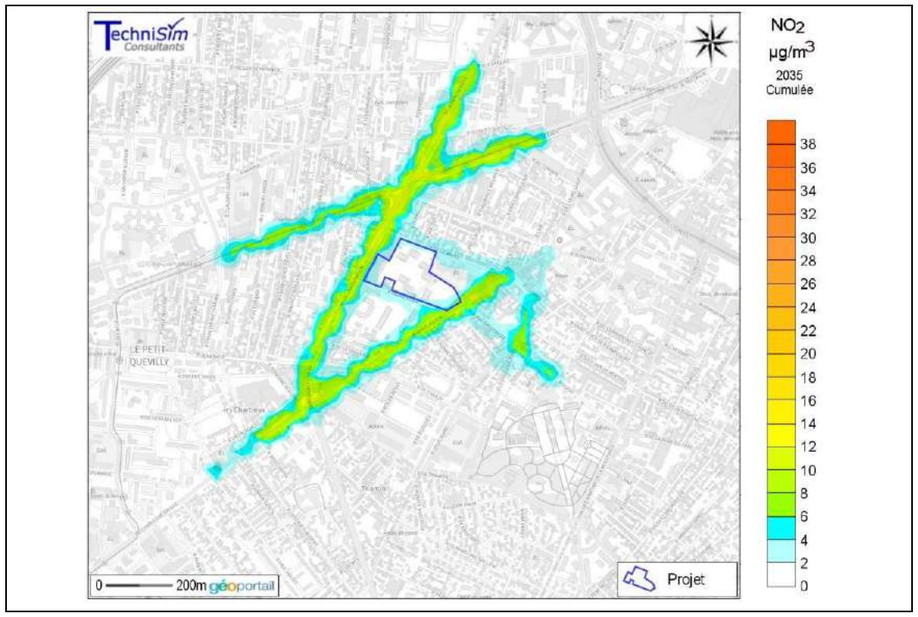


Figure 87 : Concentrations en NO_2 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – 2035 – Cumulée

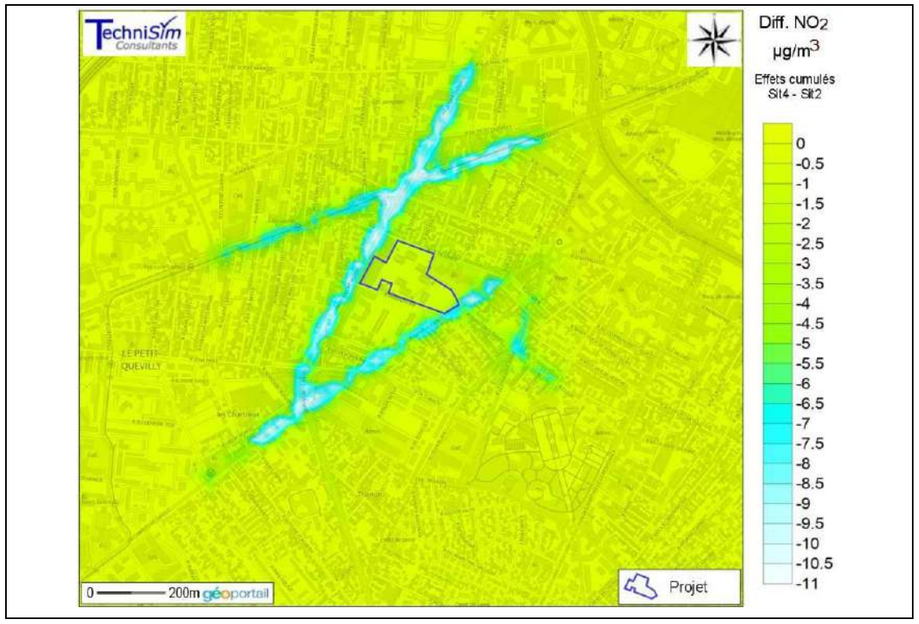


Figure 89 : Différence de concentration en dioxyde d'azote entre la situation cumulée 2035 et fil de l'eau 2028 (Situation 4-situation 2)

La figure suivante détaille, pour chacun des lieux vulnérables, la variation de concentration en NO_2 (%) induite par la réalisation du projet (2028) et par la situation cumulée 2035 comparativement au scénario Fil de l'Eau (2028).

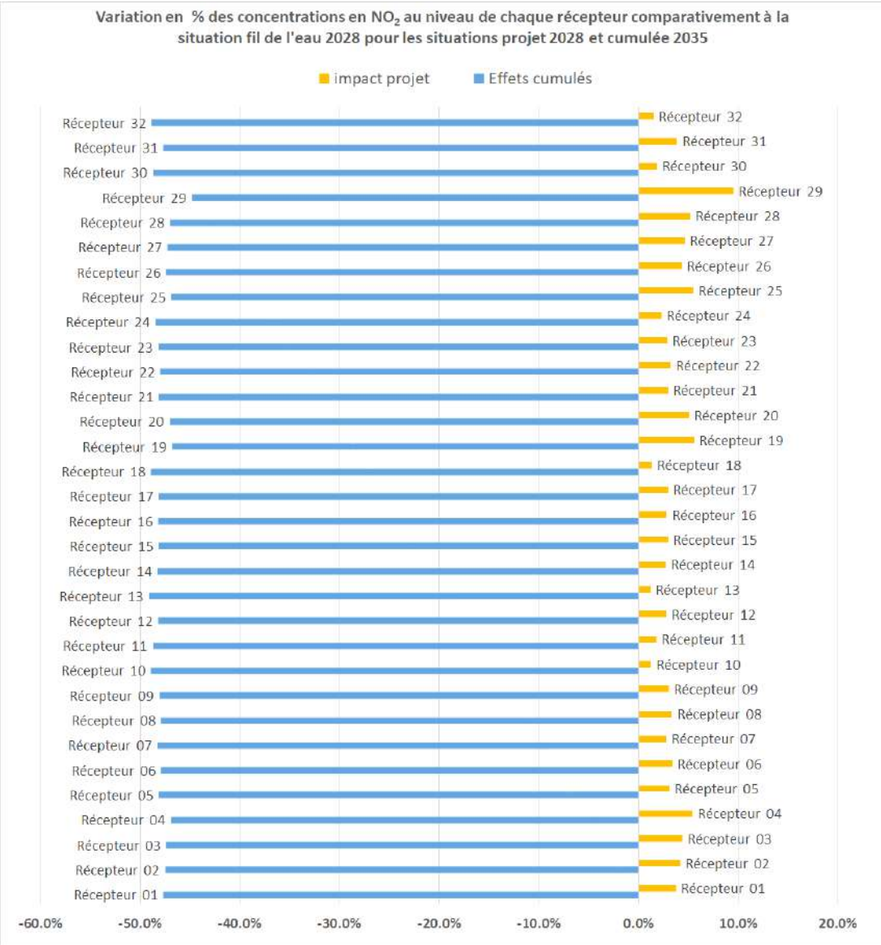


Figure 90 : Variation en % de la concentration en NO_2 (moyenne annuelle) induite par le projet en 2028 et par la situation cumulée 2035 comparativement à la situation fil de l'eau 2028 au niveau de chacun des lieux vulnérables

Particules PM10 et PM2,5

En considérant les émissions provenant des voies de circulation dont les trafics ont été fournis, les concentrations en PM10 et PM2,5 calculées en moyennes annuelles sont toutes très inférieures aux normes réglementaires au niveau des **lieux vulnérables existants** et de **l'emprise projet**, à l'horizon 2028 'avec' ou 'sans' projet, à l'horizon 2035 en situation cumulée, ainsi qu'en situation 'actuelle' 2022.
Les concentrations maximales (PM10 et PM2,5) calculées en moyenne annuelle sur la zone d'étude sont également inférieures aux seuils réglementaires annuels pour tous les horizons et situations examinés. Il en va de même pour les concentrations en PM10 en moyenne journalière au regard de la valeur seuil journalière.
Les concentrations en PM10 et PM2,5 les plus élevées sont logiquement retrouvées au niveau des voies présentant les trafics les plus importants (RD3, RD938).

En moyenne annuelle, les teneurs maximales sur la grille de calcul aux horizons futurs sont inférieures à celles en situation actuelle compte tenu des évolutions du parc roulant vers des véhicules plus propres et performants **:**
***PM10 : -10,6 % en 2028 sans projet, -5,4 % en 2028 avec projet et -10,9 % en 2035 en situation cumulée.**
***PM2,5 : -16,4 % en 2028 sans projet, -11,5 % en 2028 avec projet et -19,8 % en 2035 en situation cumulée.**
La réalisation du projet « des Pépinières » en 2028, par rapport au scénario Fil de l'Eau, induit une augmentation des concentrations maximales calculées sur la zone d'étude en lien avec l'augmentation de trafic entraînée par la réalisation du projet :
* PM10 : +5,9 %, soit +0,50 µgPM10/m^3 sur la moyenne annuelle ;
* PM2,5 : +5,9 %, soit +0,31 µgPM2,5/m^3 sur la moyenne annuelle.
Au niveau des lieux vulnérables (crèches, écoles, EHPAD, centre de soin), par rapport au scénario Fil de l'Eau 2028, le projet induit en 2028 une augmentation très faible des concentrations en particules (différence maximale de +0,08 µgPM10/m^3 et de +0,05 µgPM2,5/m^3 pour le récepteur 29) non significative au regard des valeurs seuil réglementaires.
Sur l'emprise projet, la réalisation de l'aménagement en 2028 induit par rapport au scénario Fil de l'Eau 2028 une augmentation des teneurs maximales en particules de +0,22 µgPM10/m^3 et de +0,14 µgPM2,5/m^3.
En se référant aux valeurs limites annuelles réglementaires de 40 µgPM10/m^3 et 25 µgPM2,5/m^3 et aux valeurs absolues des concentrations modélisées en particules, à l'horizon 2028, avec et sans projet, il est possible de qualifier les augmentations de concentrations, liées à la réalisation du projet, de non significatives au niveau des lieux vulnérables existants et de l'emprise projet.
Il en va de même pour les PM10 en moyenne journalière [valeur limite de 50 µgPM10/m^3 en journalier].

L'analyse des effets cumulés à l'horizon 2035 comparativement au scénario fil de l'eau 2028 indique une influence très majoritairement positive du fait du renouvellement du parc automobile induisant une baisse des émissions unitaires. Les teneurs sur la zone d'étude sont principalement en baisse sauf au niveau des voies de circulation les plus proches du projet (rue Parmentier, rue de Gessard, rue Saint-Julien) pour lesquelles les teneurs augmentent quelque peu.

Les teneurs en particules diminuent pour tous les lieux vulnérables à la seule exception des PM10 pour le récepteur 29, pour lequel l'augmentation de +0,03µgPM10/m³ demeure négligeable.

Les baisses des concentrations en particules aux horizons futurs sont moins marquées que pour les polluants émis uniquement à l'échappement.
En effet, les particules étant générées également par l'usure et l'abrasion des véhicules et revêtements routiers en sus des particules émises à l'échappement, sont moins bien compensées par les évolutions et le renouvellement du parc automobile, par rapport aux émissions provenant uniquement de l'échappement.

D'après la carte de différence des concentrations modélisées entre situation 'Projet' et 'Fil de l'Eau' à l'horizon 2028, il est possible de constater que les hausses des concentrations en particules dans l'air ambiant sont modérées et localisées sur les voies dont les trafics augmentent davantage (rue Parmentier, rue de Gessard, rue Saint-Julien, D938) avec des hausses maximales d'environ 1,1 µgPM10/m³ et de 0,7 µgPM2,5/m³.

Les tableaux suivants synthétisent les valeurs réglementaires concernant les particules PM10, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 54 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – moyenne annuelle

PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite		40 µg/m³	
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Zone etude - max	9,54	8,53	9,03	8,50
Centile 95	1,73	1,54	1,64	1,54
Centile 90	1,25	1,12	1,20	1,13
Centile 80	0,94	0,84	0,90	0,85
Centile 70	0,50	0,45	0,46	0,44
Max creches	1,94	1,74	1,80	1,69
Max ecoles primaires	1,01	0,90	0,99	0,93
Max ecoles maternelles	1,06	0,95	0,97	0,91
Max ecoles elementaires	0,37	0,33	0,35	0,33
Ehpad	0,16	0,14	0,15	0,14
Centre de soin	0,06	0,06	0,06	0,06
Max Zone Projet	2,34	2,10	2,33	2,19
Centile 90	1,58	1,41	1,55	1,46
Centile 50	1,10	0,98	1,07	1,01
Centile 10	0,95	0,85	0,92	0,87
Moyenne	1,20	1,07	1,16	1,09
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Tableau 55 : Résultats des modélisations pour les particules PM10 – maximum journalier

PM10 (µg/m³) Maximum journalier	Valeur limite		50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Zone etude - max	28,29	25,19	26,83	25,26
Centile 95	5,93	5,29	5,54	5,21
Centile 90	4,17	3,72	3,98	3,75
Centile 80	2,96	2,65	2,84	2,67
Centile 70	2,01	1,80	1,86	1,76
Max creches	6,36	5,70	5,86	5,52
Max ecoles primaires	3,18	2,85	3,15	2,97
Max ecoles maternelles	4,72	4,26	4,32	4,07
Max ecoles elementaires	1,30	1,16	1,20	1,13
Ehpad	0,64	0,57	0,60	0,56
Centre de soin	0,21	0,18	0,19	0,17
Max Zone Projet	7,70	6,94	7,81	7,36
Centile 90	4,94	4,41	4,84	4,56
Centile 50	3,44	3,07	3,38	3,18
Centile 10	2,83	2,53	2,73	2,57
Moyenne	3,72	3,33	3,62	3,41
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Les cartographies ci-après représentent les isocontours des concentrations annuelles en PM10, modélisées aux différents horizons et situations étudiés.

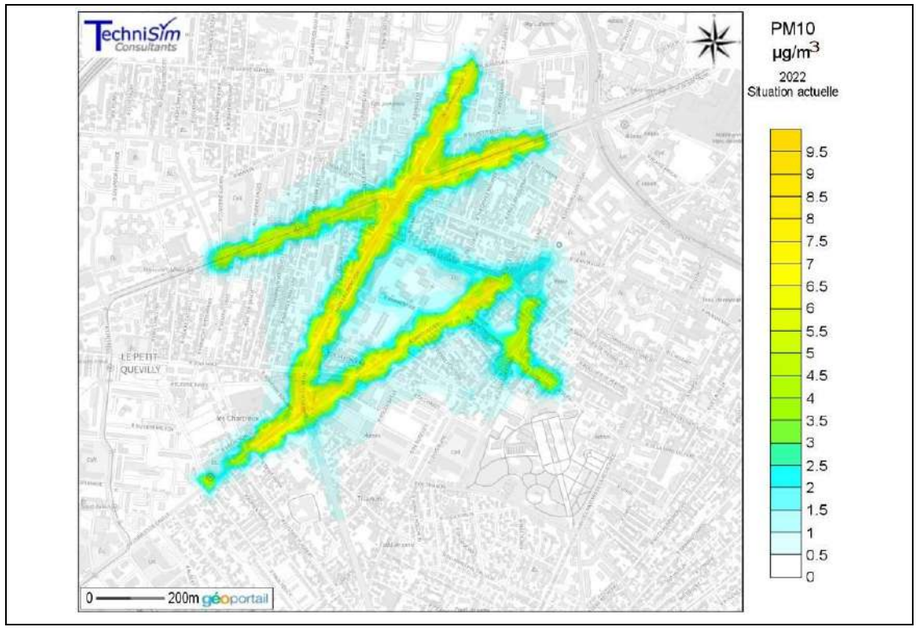


Figure 91 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°1 - Horizon actuel – 2022

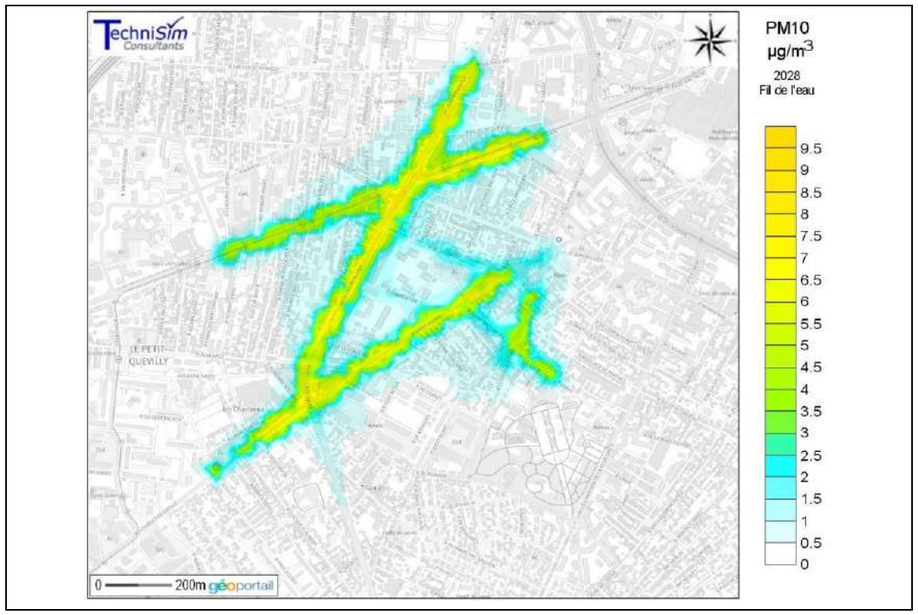


Figure 92 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Sans projet

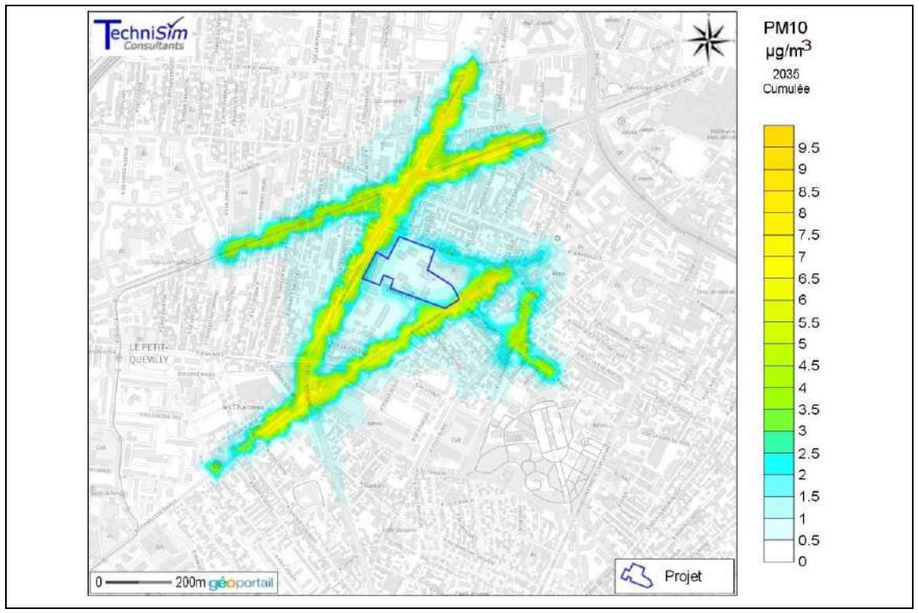


Figure 94 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – 2035 – Cumulée

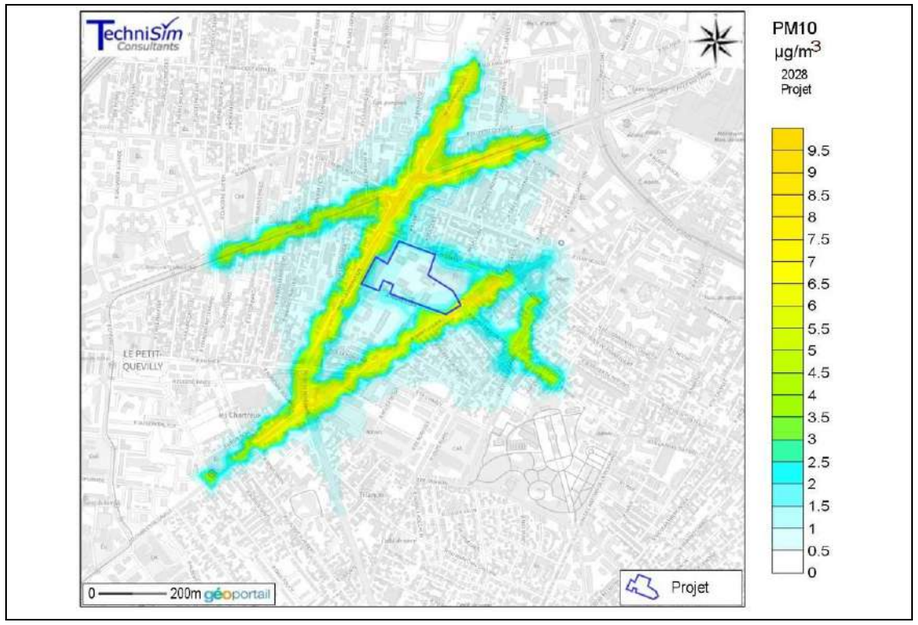


Figure 93 : Concentrations en PM10 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2028 – Avec projet

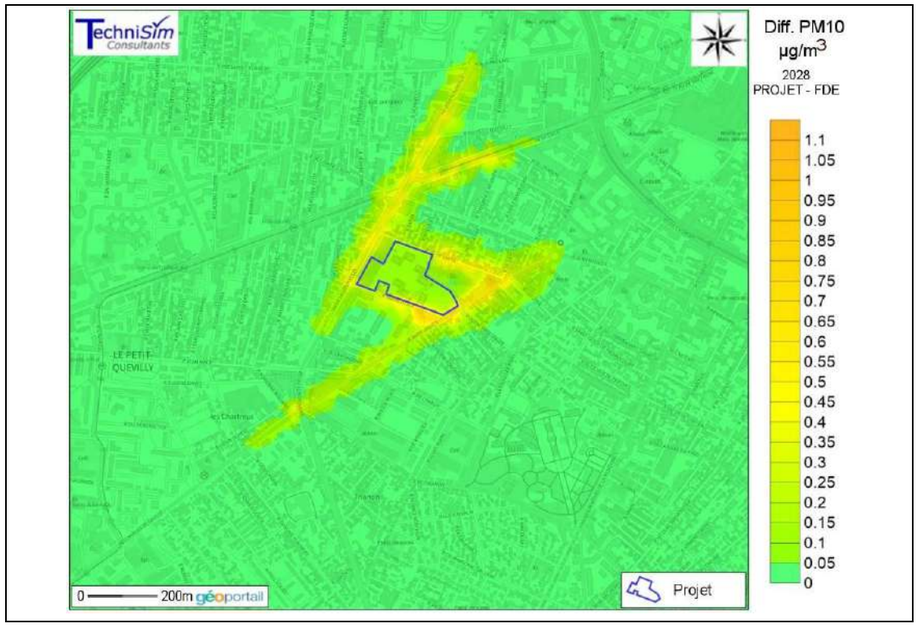


Figure 95 : Différence de concentration en PM10 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2028 (situation 3 - situation 2)

Figure 96 : Différence de concentration en PM10 entre la situation cumulée 2035 et fil de l'eau 2028 (Situation 4-situation 2)

La figure suivante présente le détail, pour chacun des lieux vulnérables, de la variation de concentration en PM10 (%) induite par la réalisation du projet (2028) et par la situation cumulée 2035 comparativement au scénario fil de l'eau 2028.

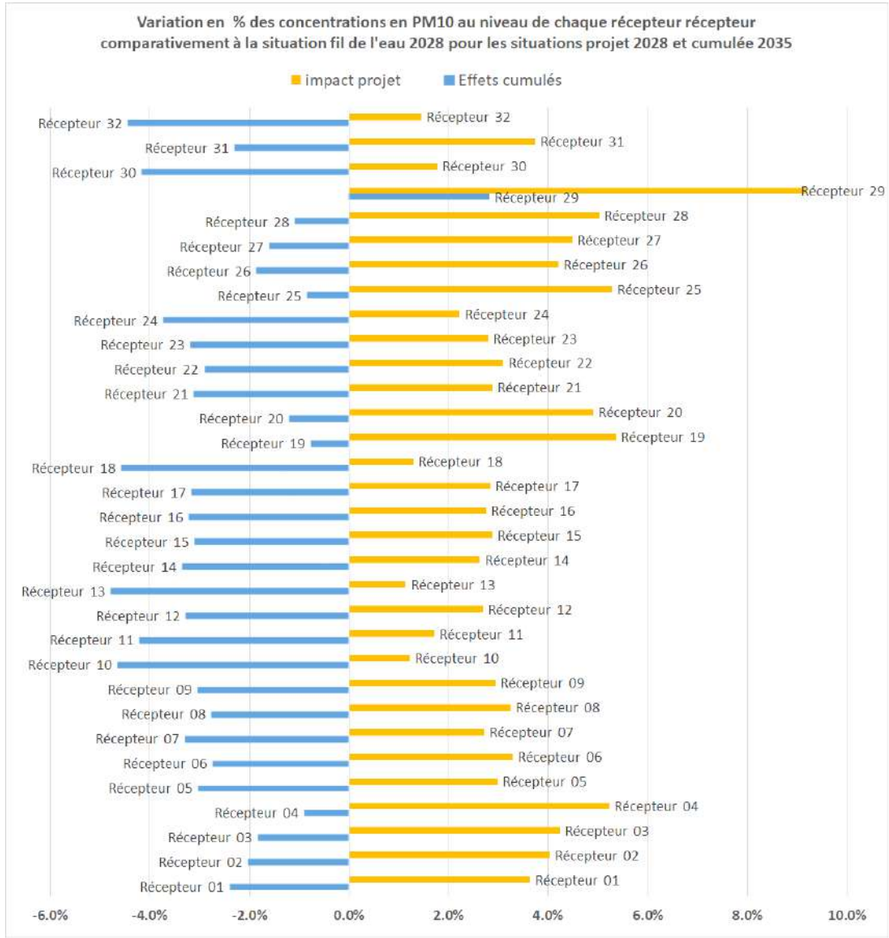


Figure 97 : Variation en % de la concentration en PM10 (moyenne annuelle) induite par le projet en 2028 et par la situation cumulée 2035 comparativement à la situation fil de l'eau 2028 au niveau de chacun des lieux vulnérables

Le tableau ci-après résume les valeurs réglementaires relatives aux particules PM2,5, ainsi que les résultats des modélisations.

Tableau 56 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5 – moyenne annuelle

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Valeur limite		25 µg/m³	
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
ZONE ETUDE - MAX	6,30	5,27	5,58	5,06
CENTILE 95	1,14	0,95	1,01	0,92
CENTILE 90	0,82	0,69	0,74	0,67
CENTILE 80	0,62	0,52	0,56	0,50
CENTILE 70	0,33	0,28	0,29	0,26
MAX CRECHES	1,28	1,08	1,11	1,01
MAX ECOLES PRIMAIRES	0,67	0,56	0,61	0,55
MAX ECOLES MATERNELLES	0,70	0,59	0,60	0,54
MAX ECOLES ELEMENTAIRES	0,24	0,20	0,21	0,19
EHPAD	0,11	0,09	0,09	0,08
CENTRE DE SOIN	0,04	0,04	0,04	0,03
Max Zone Projet	1,55	1,30	1,44	1,30
Centile 90	1,05	0,87	0,96	0,87
Centile 50	0,72	0,60	0,66	0,60
Centile 10	0,63	0,53	0,57	0,52
Moyenne	0,79	0,66	0,72	0,65
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Les cartographies suivantes présentent les isocontours des concentrations annuelles en PM2,5 modélisées aux différents horizons et situations étudiés.

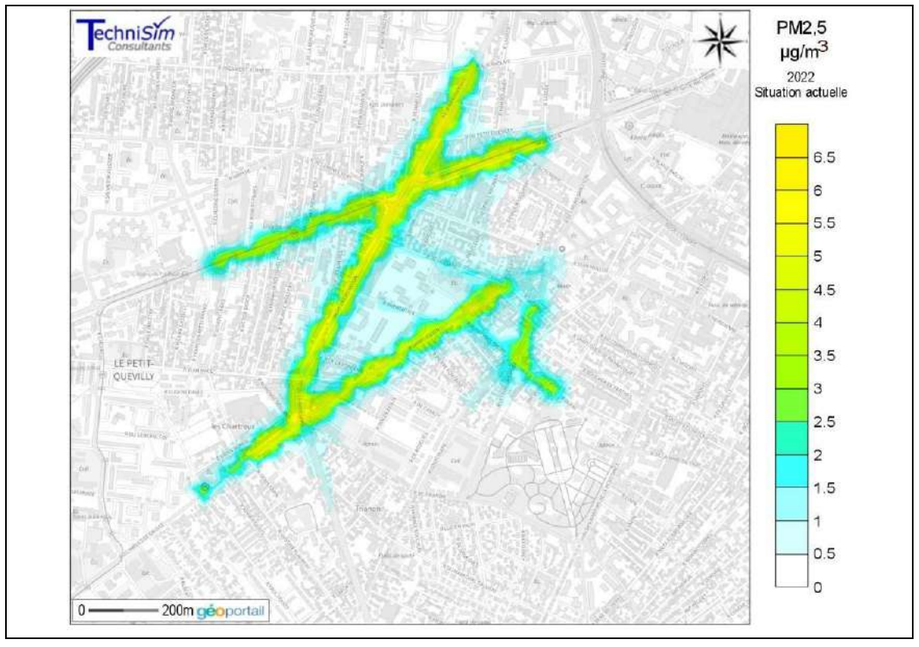


Figure 98 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°1 - Horizon actuel – 2022

Figure 99 : Concentrations en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°2 – 2028 – Sans projet

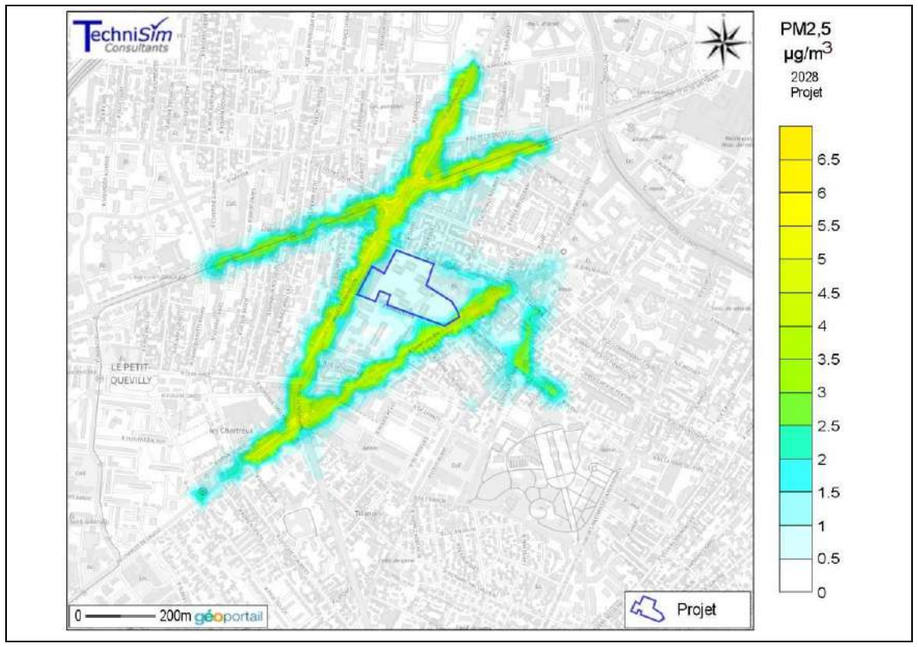


Figure 100 : Concentration en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°3 – 2028 – Avec projet

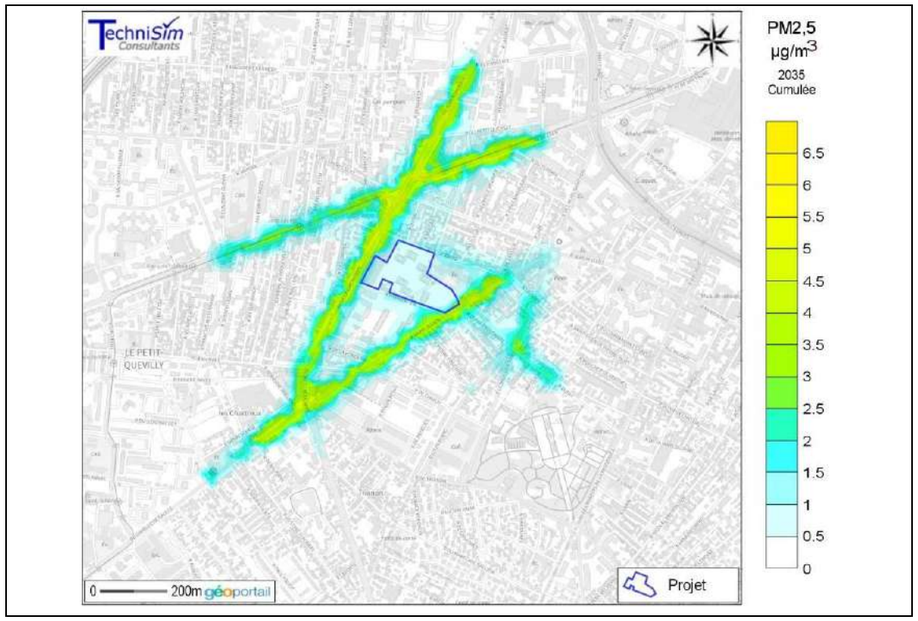


Figure 101 : Concentration en PM2,5 – Moyenne annuelle – Situation N°4 – 2035 – Avec projet

Figure 102 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation projet et fil de l'eau à l'horizon futur 2028 (Situation 3-situation 2)

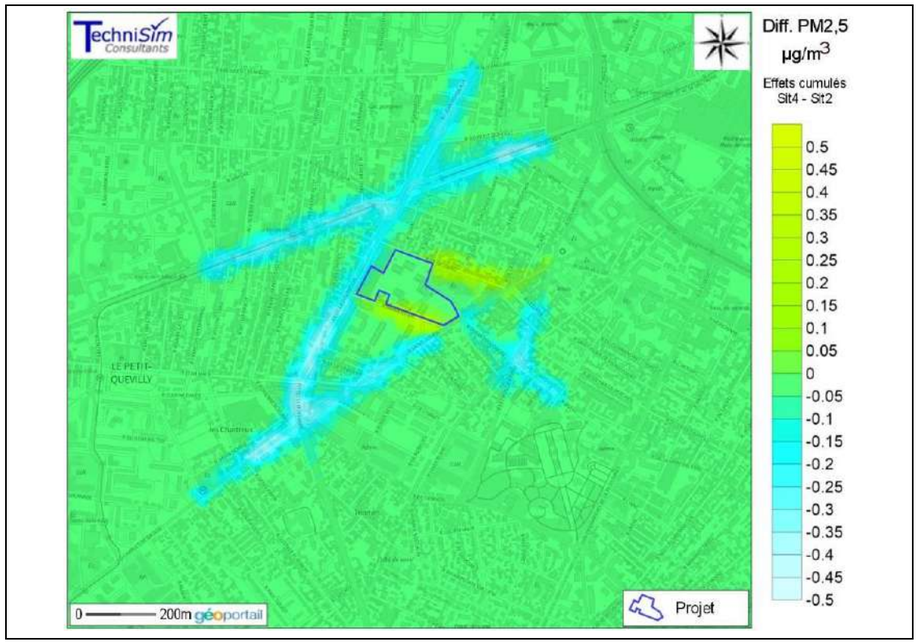


Figure 103 : Différence de concentration en PM2,5 entre la situation cumulée 2035 et fil de l'eau 2028 (Situation 4-situation 2)

La figure suivante présente le détail, pour chacun des lieux vulnérables, de la variation de concentration en PM2,5 (%) induite par la réalisation du projet (2028) et par la situation cumulée 2035 comparativement au scénario fil de l'eau 2028.

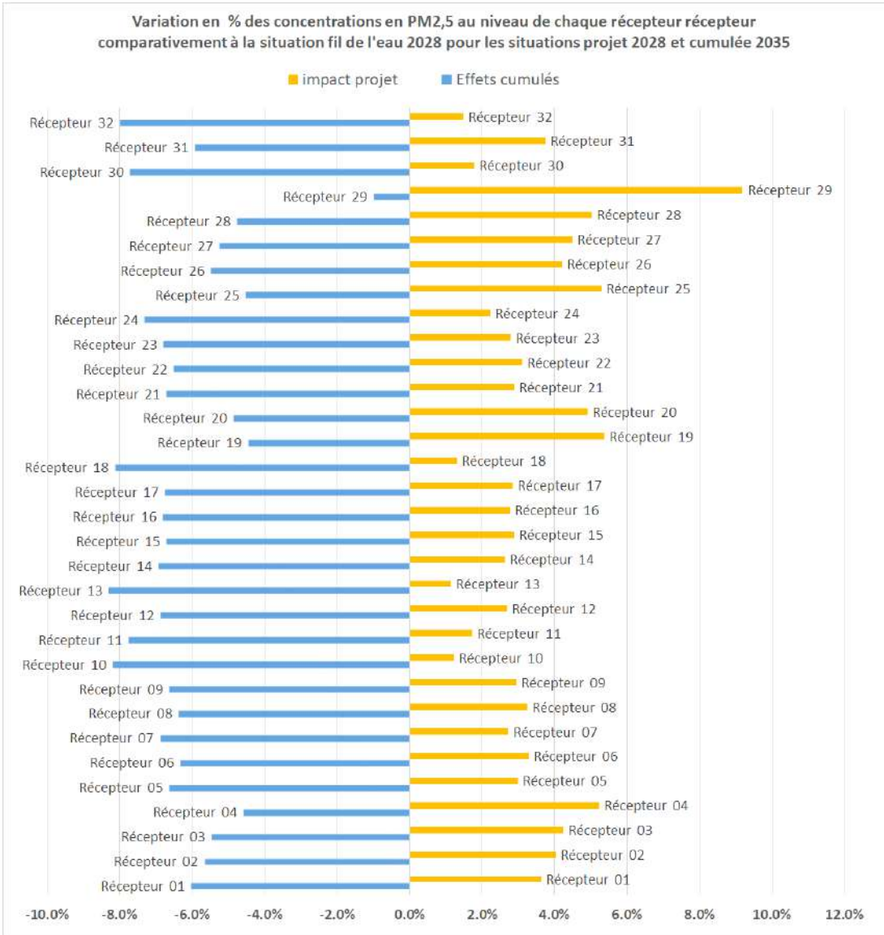


Figure 104 : Variation en % de la concentration en PM2,5 (moyenne annuelle) induite par le projet en 2028 et par la situation cumulée 2035 comparativement à la situation fil de l'eau 2028 au niveau de chacun des lieux vulnérables

Autres polluants réglementés

Pour chacun de ces composés, les concentrations obtenues sont très inférieures aux normes de la qualité de l'air, et cela, pour tous les horizons et scénarios simulés.
Il est possible de conclure que la modification des volumes de trafic liés à la réalisation du projet n'est pas de nature à impacter significativement la qualité de l'air en termes réglementaires pour ce qui est de ces composés.

Tableau 57 : Tableau récapitulatif des normes de la qualité de l'air mentionnées dans la réglementation française

POLLUANTS	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recomman-dation et d'information	Seuil d'alerte	Niveau critique	Valeur cible
Benzène	Moyenne annuelle : 5 µg/m³	Moyenne annuelle : 2 µg/m³	-	-	-	-
Dioxyde de soufre	Moyenne journalière : 125 µg/m³ (3 dépassements autorisés)	Moyenne annuelle : 50 µg/m³	Moyenne horaire : 300 µg/m³	Moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³	Moyenne annuelle et hivernale : 20 µg/m³	-
	Moyenne horaire : 350 µg/m³ (24 dépassements autorisés)	-	-	-	-	-
Plomb	Moyenne annuelle : 0,5 µg/m³	Moyenne annuelle : 0,25 µg/m³	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³	-	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,006 µg/m³
Cadmium	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,005 µg/m³
Nickel	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,020 µg/m³
Benzo(a) pyrène	-	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 0,001 µg/m³
Oxydes d'azote	-	-	-	-	Moyenne annuelle : 30 µg/m³ (équivalent NO_2)	-

17.3. CONCLUSION DE L'IMPACT DU TRAFIC ROUTIER LIÉ AU PROJET SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

La réalisation de l'aménagement « des Pépinières » sur le territoire de la commune de Rouen va engendrer une hausse de trafic sur les voies étudiées, comparativement à la situation sans projet.

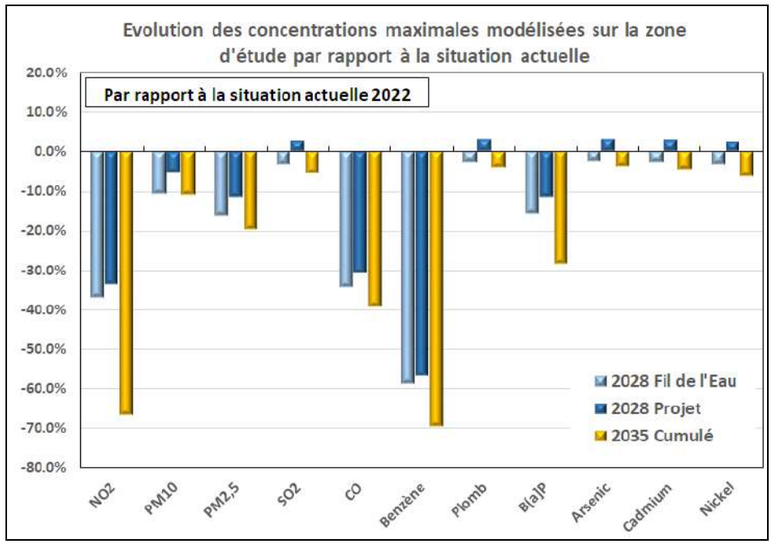


Figure 105 : Évolution pour les principaux polluants des concentrations maximales modélisées sur la zone d'étude aux horizons futurs (situation fil de l'eau, projet et cumulée) comparativement à la situation actuelle

Cependant, aux horizons futurs 2028 et 2035, les teneurs maximales modélisées sur la zone d'étude diminuent fortement pour les principaux polluants émis à l'échappement par rapport à la situation actuelle (sauf SO_2 - pour lequel les concentrations maximales augmentent légèrement en situation projet uniquement). Cela étant corrélé avec les **améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs,** ainsi qu'à l'**application des normes Euro** et au **développement des véhicules hybrides/électriques,** combinées au **renouvellement du parc roulant. Et ce, malgré l'augmentation globale des volumes de trafic, pour le scénario projet,** par rapport à la situation actuelle**.**

Les polluants émis également par l'abrasion voient quant à eux leurs teneurs maximales sur la zone d'étude diminuer de manière moins importante (particules, benzo(a)pyrène, métaux), voire augmenter très légèrement (uniquement pour les métaux en situation projet) du fait de la hausse de trafic.

En tout état de cause, au niveau des lieux vulnérables (crèches, écoles, EHPAD, centre de soin) et sur l'emprise projet, les concentrations calculées aux horizons futurs 2028 (situation 'Projet' et 'Fil de l'Eau') et 2035 (situation cumulée) sont inférieures aux normes règlementaires pour les polluants faisant l'objet d'une règlementation.

Les impacts du projet sont, ***par rapport** à la **situation Fil de l'Eau*** :

- Pollution atmosphérique : les hausses des concentrations maximales en polluants induites par la réalisation du projet, sur la zone d'étude, sont plutôt faibles (environ +5,6 % ; en moyenne sur les polluants réglementés). Par ailleurs, les hausses maximales de concentrations sont localisées logiquement sur les voies permettant l'accès et la desserte du projet (rue Parmentier, rue de Gessard, rue Saint-Julien, D938 et D3) et demeurent assez faibles en valeur absolue vis-à-vis des valeurs seuils réglementaires.
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations existantes et en projet) : il est possible de constater que les hausses de concentration en polluants en situation 'Projet' sont faibles et non significatives au regard des valeurs seuils au niveau des lieux vulnérables et des habitations existantes ainsi que sur l'emprise projet.

Les effets cumulés sont, ***par rapport** à la **situation Fil de l'Eau*** :

- Pollution atmosphérique : une baisse dans l'ensemble des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d'étude (environ -10,0 % ; en moyenne sur les polluants réglementés). Les concentrations maximales des polluants émis à l'échappement diminuent fortement tandis que celles des polluants émis par l'abrasion et l'usure diminuent de manière moins importante voire augmentent très légèrement et très localement sur les voies de desserte du projet (rue parmentier, rue de Gessard et rue Saint-Julien).
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations existantes et en projet) : il est constaté une diminution importante des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO_2) en situation 'cumulée' au niveau des lieux vulnérables, des habitations existantes ainsi que sur l'emprise projet. En revanche pour les polluants émis également par l'abrasion (traceur particules), les teneurs diminuent de manière moins marquée pour les lieux vulnérables (exception faite des écoles maternelle et élémentaire Pépinières Saint Julien, pour lesquelles les concentrations en particules augmentent très légèrement et de manière non significative), les habitations existantes (à l'exception des habitants aux abords des rues Parmentier, Saint-Julien et de Gessard pour lesquelles les teneurs augmentent très légèrement et de manière non significative).

Pour conclure, la réalisation du projet « des Pépinières » et les hausses de trafic associées sur la zone d'étude ne sont pas de nature à influer significativement sur les concentrations en polluants en termes réglementaires, que ce soit au niveau des habitations ou au niveau des lieux vulnérables existants ainsi que sur l'emprise projet, comparativement au scénario Fil de l'Eau.

18. IMPACTS DU PROJET SUR LA SANTÉ – ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES [EQRS]

La démarche d'EQRS a été proposée pour la première fois en 1983 par l'Académie des Sciences (National Research Council) aux États-Unis. La définition généralement énoncée souligne qu'elle repose sur « l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou à des situations dangereuses ».

La circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, rappelle l'intérêt de la démarche de l'EQRS dans une demande d'autorisation d'exploiter :
« La démarche d'évaluation des risques sanitaires permet de hiérarchiser les différentes substances émises par un site, leurs sources et les voies d'exposition, en vue de définir des stratégies de prévention et de gestion spécifiques à chaque installation.

Il s'agit d'un <u>outil de gestion et d'aide à la décision</u>. Elle ne peut cependant déterminer ni l'impact réel du site sur la santé des populations riveraines, ni l'exposition réelle des populations. Seules des études épidémiologiques ou d'imprégnations pourraient apporter des éléments de réponse sur ces deux points. »

L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé.

L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 "Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires" Ed. InVS/Afsset 2007 ; 162p.;
- Le guide de l'INERIS de 2011 « Guide pour la conduite d'une étude de zone» - DRC - 11 - 115717 - 01555B ;
- Le guide de l'INERIS de 2021 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'INERIS de 2016 « Choix de valeurs toxicologiques de référence - Méthodologie INERIS » - DRC - 16 - 156196 - 11306A ;
- La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- L'avis de l'Anses de juillet 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières ;
- La Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

La planche suivante schématise conceptuellement l'EQRS réalisée dans ce document.

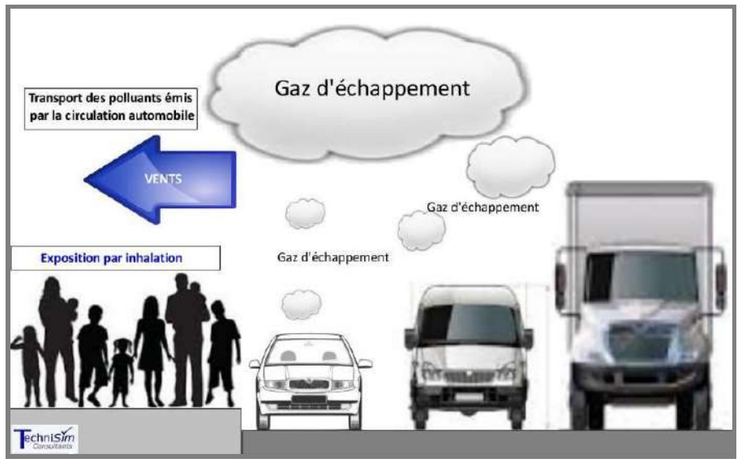


Figure 106 : Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS

18.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL RETENUES

- Les données utilisées proviennent de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique des émissions générées par le trafic considéré sur l'ensemble des voies dont le trafic a été fourni.
- La voie d'exposition privilégiée ici est l'inhalation.
- Les particules à l'échappement sont assimilées à des particules diesel (hypothèse majorante).
- Pour les HAP, il est considéré le mélange de 16 HAP (dont le benzo(a)pyrène) exprimé en benzo(a)pyrène équivalent par utilisation des FET (Facteur d'Équivalence Toxique).
- Pour le chrome, il est considéré que la totalité du chrome émis est du chrome VI (hypothèse majorante). Alors qu'en réalité, il s'agit d'un mélange de chrome VI (cancérigène) et de chrome III (non cancérigène).

18.2. CONTENU ET DÉMARCHE DE L'EQRS

Conventionnellement, une EQRS est constituée des quatre étapes listées ci-dessous :

- L'identification des dangers (sélection des substances selon les connaissances disponibles) ;
- La définition des relations doses-réponses (sélection des valeurs toxiques de référence pour chaque polluant considéré) ;
- L'évaluation des expositions des populations aux agents dangereux identifiés selon les voies, niveaux et durées d'exposition correspondants ;
- La caractérisation des risques sanitaires *via* le calcul des indices sanitaires.

Actuellement, dans le vocabulaire européen, les deux premières étapes sont souvent rassemblées en une phase unique appelée « caractérisation des dangers ».

Remarque : Il convient de bien distinguer le 'danger' du 'risque'. Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci, alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste indépendamment de sa gravité.

Étape n° 1 : L'identification des dangers

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000]. Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques disponibles à l'instant de l'étude débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain.
On distingue les effets selon plusieurs critères.
La toxicité d'une substance peut être qualifiée de :

- **Aiguë** : manifestation de l'effet à court terme, de l'administration d'une dose unique de substance ;
- **Subchronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période de 14 jours à 3 mois ;
- **Chronique** : manifestation de l'effet de l'administration répétée d'une substance, pendant une période supérieure à 3 mois.

Par ailleurs, une substance peut avoir des effets distincts selon son mode d'exposition, c'est-à-dire selon qu'elle est inhalée ou ingérée (les organes en contact étant bien sûr différents).

Au regard des effets, on distingue ceux-ci selon qu'ils sont « à seuils » ou « sans seuils » :

- Les effets toxiques **« à seuils »** correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérigènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La Valeur Toxicologique de Référence [VTR] correspond alors à cette valeur.
  Pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- Les effets toxiques **« sans seuils »** correspondent pour l'essentiel à des effets cancérigènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.
  La VTR est alors un **E**xcès de **R**isque **U**nitaire (ERU) de cancer.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EQRS.
Ici, les polluants considérés proviennent du rapport du groupe de travail constitué de la Direction des routes (Ministère chargé de l'équipement), la Direction générale de la santé (Ministère chargé de la santé publique), la Direction de la prévention des pollutions et des risques et la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (Ministère chargé de l'environnement).

Étape n° 2 : L'estimation de la dose-réponse

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles). Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés (c'est-à-dire des hautes doses vers les basses doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet.
Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR s'effectue différemment en fonction du danger considéré.
Cette opération s'effectue par une approche :

- Déterministe lorsqu'il s'agit des effets "avec seuils" ;
- Probabiliste lorsqu'il s'agit des effets "sans seuils".

Pour les effets à seuils, la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le ou les effets néfastes n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite 'NOEL' pour No Observed Effect Level) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes comme en particulier les difficultés de transposition de l'animal à l'homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.
La VTR est ensuite calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.
La VTR prend alors la forme d'une Dose Journalière Admissible [DJA] dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une Concentration Maximale Admissible [CMA] dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en µg/m³).
En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

Pour les effets sans seuils, la VTR est en ce cas un Excès de Risque Unitaire [ERU] de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'Homme. Cette valeur est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques.
L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.
Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en $(\mu g/m^3)^{-1}$. Cet indice représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une concentration de produit toxique de 1 $\mu g/m^3$ dans l'air inhalé par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance s'effectue selon le logigramme ci-après.

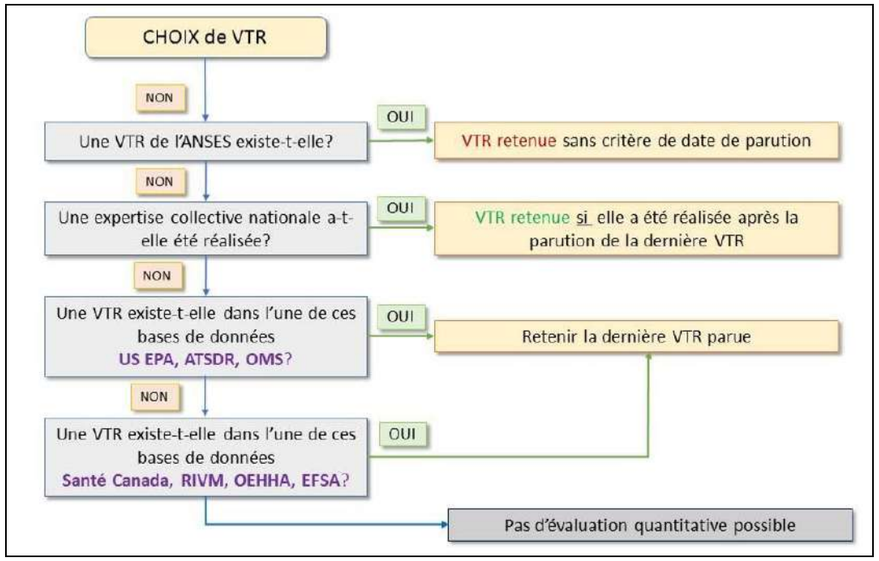


Figure 107: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR retenues pour l'étude des risques sanitaires sont reportées dans les tableaux qui vont suivre.

Tableau 58 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets à seuils – Exposition CHRONIQUE – Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Facteur d'incertitude	Source	Année de révision	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP										
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	**VGAI**	**160,0**	[µg/m³]	75	Anses	2014	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	Lésions de l'épithélium respiratoire	**VTR**	**0,15**	[µg/m³]	75	Anses	2020	VTR retenue par l'ANSES
Benzène	71-43-2	Inhalation	Diminution du nombre des lymphocytes	**VTR**	**10**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2008	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Effets sur la fertilité	**VTR**	**2,0**	[µg/m³]	300	Anses	2021	VTR retenue par l'ANSES
Ethylbenzène	100-41-4	Inhalation	Effet ototoxique (Perte de cellules ciliées externes dans l'organe de Corti)	**VTR**	**1500**	[µg/m³]	75	Anses	2016	VTR de l'ANSES
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Irritations oculaires et nasales et des lésions histologiques de l'épithélium nasal (rhinite, métaplasie squameuse, dysplasie)	**VTR**	**123**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2018	VTR de l'ANSES
Propionaldéhyde	123-38-6	Inhalation	Atrophie de l'épithélium olfactif	**RfC**	**8**	[µg/m³]	1000	US EPA	2008	Seule VTR disponible
Toluène	108-88-3	Inhalation	Effets neurologiques (troubles de la vision des couleurs)	**VTR**	**19000**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2017	VTR de l'ANSES
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	Effets neurologiques	**VTR**	**100**	[µg/m³]	300	US EPA	2003	VTR retenue par l'ANSES
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Diminution de la survie des embryons/fœtus	**RfC**	**0,002**	[µg/m³]	3000	US EPA	2017	VTR retenue par l'INERIS
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Anémies hémolytiques et cataractes	**VTR**	**37**	[µg/m³]	250	Anses	2013	VTR de l'Anses
MÉTAUX										
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Effets neurologiques et troubles du comportement	**REL**	**0,015**	[µg/m³]	extrapolation	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Augmentation de 5% atteinte tubulaire dans la population générale Effets rénaux	**VTR**	**0,45**	[µg/m³]	non précisé	Anses	2012	VTR de l'ANSES
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	**Particulaires** - Modifications des niveaux de lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire	**TCA**	**0,03**	[µg/m³]	300	OMS CICAD	2013	VTR retenue par l'INERIS
Mercure	7439-97-6	Inhalation	Effets neurologiques Troubles de la mémoire et de la motricité	**REL**	**0,03**	[µg/m³]	300	OEHHA	2008	VTR retenue par l'INERIS
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Lésions pulmonaires	**VTR**	**0,23**	[µg/m³]	Non précisé	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Effets systémiques observés au niveau du système nerveux central et périphérique. Anémie microcytaire hypochrome, atteintes rénales, augmentation de la pression artérielle, effets sur la thyroïde, le système immunitaire ou la croissance des os chez les enfants	**VTR**	**0,9**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2013	VTR de l'ANSES
AUTRES POLLUANTS										
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	Diminution de la fonction pulmonaire et augmentation des symptômes respiratoires	**VTR**	**500**	[µg/m³]	Non précisé	Anses	2018	VTR de l'ANSES
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	**REL**	**4,0E-05**	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Augmentation de la mortalité, amaigrissement, changements histopathologiques et rénaux	**REL**	**4,0E-05**	[µgTEQ/m³]	100	OEHHA	2000	VTR retenue par l'INERIS
Particules diesel	-	Inhalation	Irritations des voies respiratoires et effets cardiovasculaires	**VTR**	**5,0**	[µg/m³]	30	US EPA	2003	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible -** A comparer avec les recommandations de l'OMS : 15 **µg/m³ en moyenne annuelle**							
Particules PM2.5	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible -** A comparer avec les recommandations de l'OMS : 5 **µg/m³ en moyenne annuelle**							
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible -** A comparer avec les recommandations de l'OMS : 10 **µg/m³ en moyenne annuelle**							
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	**Aucune VTR disponible**							
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible**							

Tableau 59 : Valeurs toxicologiques de référence des substances considérées pour les effets SANS seuils – Exposition CHRONIQUE - Inhalation

SUBSTANCES	N°CAS	Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)/Effet(s) critique(s)	VTR		Unité	Source	Année	Justification du choix de la VTR
COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS ET HAP									
Acétaldéhyde	75-07-0	Inhalation	Augmentation de l'incidence des adénocarcinomes et des carcinomes des cellules squameuses de la cloison nasale	**ERU**	**2,20E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	US EPA	1991	VTR retenue par l'INERIS
Acroléine	107-02-8	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Benzène	71-43-2	Inhalation	Leucémies aigües	**VTR**	**2,60E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2014	VTR de l'ANSES
1,3-Butadiène	106-99-0	Inhalation	Leucémies	**ERU**	**3,00E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	US EPA	2002	VTR retenue par l'INERIS
Éthylbenzène	100-41-4	Inhalation	Incidence du carcinome du tube rénal ou de l'adénome chez les rats mâles	**ERU**	**2,50E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2007	Seule VTR disponible
Formaldéhyde	50-00-0	Inhalation	Carcinomes au niveau des cavités nasales CT0,05=9,5 mg/m³ soit 5,26E-06 $(\mu g/m^3)^{-1}$	**CT0,05**	**5,26E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	Santé Canada	2000	VTR retenue par l'INERIS
Propionaldéhyde	108-88-3	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Toluène	108-88-3	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Xylènes	1330-20-7	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Inhalation	Incidence des tumeurs (type non spécifié) du tractus respiratoire supérieur (cavités nasales, larynx et trachée)	**ERU**	**1,10E-03**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2008	VTR retenue par l'ANSES
Naphtalène	91-20-3	Inhalation	Adénomes de l'épithélium nasal respiratoire Augmentation de l'incidence des neuroblastomes de l'épithélium olfactif chez le rat femelle	**VTR**	**5,60E-06**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	ANSES	2013	VTR de l'ANSES
MÉTAUX									
Arsenic	7440-38-2	Inhalation	Cancers pulmonaires	**VTR**	**1,5E-04**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2012	VTR retenue par l'ANSES
Cadmium	7440-43-9	Inhalation	Cancers du poumon	**ERU**	**9,80E-03**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	Santé Canada	2010	Dernière VTR parue
Chrome VI	7440-47-3	Inhalation	Cancers pulmonaires	**ERU**	**4,00E-02**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OMS	2013	VTR retenue par l'ANSES
Mercure	7439-97-6	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Nickel	7440-02-0	Inhalation	Cancers pulmonaires	**VTR**	**1,70E-04**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	TCEQ	2011	VTR retenue par l'ANSES
Plomb	7439-92-1	Inhalation	Tumeurs rénales	**ERU**	**1,20E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2011	VTR retenue par l'INERIS
AUTRES POLLUANTS									
Ammoniac	7664-41-7	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-dioxine	1746-01-6	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	**ERU**	**38,0**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	1986	Seule VTR disponible
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	Inhalation	Adénome et carcinome hépatiques	**ERU**	**11,0**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OEHHA	2011	Seule VTR disponible
Particules diesel	-	Inhalation	Cancers pulmonaires	**VTR**	**3,40E-05**	$[\mu g/m^3]^{-1}$	OMS	1996	Seule VTR disponible
Particules PM10	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Particules PM2,5	-	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Dioxyde d'azote	10102-44-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						
Monoxyde de carbone	630-08-0	Inhalation	**Aucune VTR disponible**						

Étape n°3 : Évaluation des expositions

L'exposition d'une population à une substance toxique dépend des deux facteurs ci-après :

- La concentration de la substance dans les compartiments environnementaux et son comportement physico-chimique ;
- Les voies et conditions d'exposition des individus en contact avec cette substance.

En pratique, à partir des rejets du trafic, il s'agit d'établir un schéma retraçant les voies de passage des polluants depuis les différents compartiments environnementaux jusque vers les populations cibles.
On identifie ensuite les voies de pénétration des polluants dans l'organisme. Celles-ci sont de trois types (ingestion, inhalation et contact cutané).
Sont identifiés également les modes de transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux.
Le devenir d'une substance dépend de ses propriétés physico-chimiques ainsi que des conditions environnementales.
À partir d'un compartiment donné, le composé considéré peut, soit :

- Être dispersé/transporté vers un autre compartiment ;
- Être transformé ;
- S'accumuler.

L'évaluation des expositions se déroule selon plusieurs étapes. Tout d'abord, il est nécessaire de déterminer les niveaux d'exposition à l'aide de mesures réalisées sur site ou à l'aide de la modélisation.
Ensuite, il s'agit de définir pour les cibles et/ou les populations identifiées, ainsi que pour les voies d'exposition identifiées, des scénarios d'exposition cohérents visant à considérer essentiellement : soit les expositions de type chronique, soit les expositions récurrentes ou continues correspondant à une fraction significative de la durée de vie.

Pour le projet étudié, il s'agit des scénarios déclinés ci-dessous :

Voie d'exposition - Inhalation

- Effets à seuils
  - **Enfant en bas-âge** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude / du projet et fréquentant les crèches de la zone d'étude ;
  - **Écolier** : ce scénario considère les enfants vivant au sein de la zone d'étude / du projet et fréquentant les écoles maternelles, élémentaires, primaires de la zone d'étude ;
  - **Personne âgée** : ce scénario considère les personnes âgées hébergées au sein de l'EHPAD de la zone d'étude ;
  - **Hospitalisé** : ce scénario considère les personnes hospitalisées pour soin de longue durée au sein du foyer d'accueil médicalisé de la zone d'étude ;
  - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude en dehors ou au sein du projet.
- Effets sans seuils
  - **Enfant** : ce scénario considère les individus jusqu'à 11 ans vivant au sein de la zone d'étude / du projet et fréquentant les crèches et établissements scolaires de la zone d'étude.
  - **Résident** : ce scénario considère les personnes résidant sur la zone d'étude en dehors ou au sein du projet.

L'étape suivante consiste à estimer les quantités de substance absorbées par les individus du domaine examiné.

❖ **INHALATION**

Pour l'inhalation, la dose journalière est en fait une concentration inhalée.
Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée quotidiennement.

Celle-ci se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$CI = \left(\sum_i (Ci \times ti)\right) \times F \times \frac{T}{Tm}$$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m³]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée	[Sans dimension]
F	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	[Sans dimension]
T	Nombre d'années d'exposition	[Année]
Tm	Durée sur laquelle l'exposition est moyennée	[Année]

Pour les polluants avec effets « à seuils », l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit T = Tm.
Alors que pour les effets « sans seuils », Tm sera assimilé à la vie entière prise égale à 70 ans, par convention.

Les scénarios d'exposition ainsi que les paramètres associés sont fournis dans les tableaux suivants.

Tableau 60 : Scénarios d'exposition « enfant en bas âge » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT EN BAS ÂGE **Durée d'exposition :** **3 ans / *Crèche***	**En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE**		
	Crèche	10 h/jour – 5 jours/semaine – 47 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présent sur la zone d'étude
	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Centile 95 des concentrations calculées sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 47 semaines /an	-Centile 95 des concentrations calculées sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 5 semaines /an	-Centile 95 des concentrations calculées sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet

Tableau 61 : Scénario d'exposition « écolier » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
ÉCOLIER **Durée d'exposition :** **3 ans / *Maternelle*** --- **5 ans / *Élémentaire*** --- **8 ans / *Primaire***	**En semaine – PÉRIODE SCOLAIRE**		
	École	10 h/jour – 4 jours/semaine – 36 semaines /an	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude
		4 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	
	Domicile	14 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an	-Centile 95 des concentrations calculées sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
		20 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an	
	Week-End – PÉRIODE SCOLAIRE		
	Domicile	24 h/jour – 2 jours/ semaine – 36 semaines /an	-Centile 95 des concentrations calculées sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
	Semaine et Week-End – VACANCES SCOLAIRES		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/ semaine – 16 semaines /an	-Centile 95 des concentrations calculées sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet

Tableau 62 : Scénario d'exposition « Personne âgée » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
PERSONNE ÂGÉE **Durée d'exposition : 10 ans**	**Semaine et week end**		
	EHPAD	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines /an	Concentrations calculées au niveau de l'établissement présent sur la zone d'étude

Tableau 63: Scénario d'exposition « Hospitalisé » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
HOSPITALISÉ longue durée **Durée d'exposition : 1,5 an***	**Semaine et weekend**		
	Hôpital	24 h/jour – 7 jours /semaines – 52 semaines /an	Concentrations calculées au niveau de l'établissement présent sur la zone d'étude

* *Durée moyenne des hospitalisations longues durées (calculée d'après les données DREES[40]).*

Tableau 64 : Scénario d'exposition « enfant » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Durée	Concentration considérée pour les calculs
ENFANT **Durée d'exposition : 11 ans**	**Crèche**	47 semaines/an 10 h/jour – 5 jours/semaine	3 ans	-Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude
	École maternelle et élémentaire	36 semaines/an 10 h/jour – 4 jours/semaine 04 h/jour – 1 jour/ semaine	8 ans	Concentrations maximales calculées au niveau des établissements présents sur la zone d'étude
	Domicile	14 h/jour – 5 jours/ semaine – 47 semaines /an 24 h/jour – 2 jours/semaine – 47 semaines /an 24 h/jour – 7 jours/semaine – 5 semaines /an	3 ans	-Centile 95 des concentrations calculées sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet
		14 h/jour – 4 jours/ semaine – 36 semaines /an 20 h/jour – 1 jour/ semaine – 36 semaines /an 24 h/jour – 2 jours/semaine – 36 semaines/an 24 h/jour – 7 jours/ semaine – 16 semaines /an	8 ans	

[40] https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/fiche4-5.pdf

Tableau 65 : Scénario d'exposition « Résident » et paramètres considérés

Scénario d'exposition	Lieu fréquenté	Durée d'exposition retenue	Concentration considérée pour les calculs
RÉSIDENT **Durée d'exposition : 9 ans***	**Semaine et week end**		
	Domicile	24 h/jour – 7 jours/semaine – 52 semaines /an	-Centile 95 des concentrations calculées sur la zone d'étude -Concentrations maximales calculées sur l'emprise projet

**Correspond à l'ancienneté moyenne d'emménagement des résidents de Rouen (8,9 ans) arrondie à l'année supérieure (Insee)*

Étape n°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques s'effectue à l'aide du calcul des indices de risques.
Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuils » ou bien « sans seuils ».
Pour l'inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.

Pour les effets toxiques « à seuils », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR].
On calcule alors un Quotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

QD = CMI/CAA

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m^3]

CAA Concentration Admissible dans l'Air / concentration de référence [µg/m^3]

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.
Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

Pour les effets toxiques sans seuils, on calcule l'excès de risque individuel [ERI] par inhalation, en rapportant l'excès de risque unitaire [ERU] vie entière (conventionnellement 70 ans) à la dose journalière d'exposition [DJE] pour la voie orale ou à la concentration atmosphérique inhalée [CI] pour l'inhalation.

ERI = ERUi × CMI

CMI Concentration Moyenne Inhalée [µg/m^3]

ERUi Excès de Risque Unitaire par inhalation [µg/m^3]$^{-1}$

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais la valeur de 10^{-6} (soit un cas de cancer supplémentaire sur un million de personnes exposées durant leur vie entière) est considérée aux États-Unis comme le seuil de risque négligeable et 10^{-4} comme le seuil de l'inacceptable en population générale.
En France, Santé Publique France utilise la valeur de 10^{-5}**. Ce seuil de 10^{-5} est souvent retrouvé dans la définition des valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air par l'OMS.**
Cependant, le Haut Conseil de la Santé Publique précise que cette lecture binaire est réductrice et que, compte tenu des précautions prises avec l'application de facteur d'incertitude dans leur construction, **le dépassement d'une VTR ne signifie aucunement le risque d'apparition d'un effet délétère dans la population, sauf si ce dépassement est conséquent et gomme en partie les facteurs d'incertitude.**

En matière de décision publique, pour les études de zones, la notion de « risque acceptable » doit être abandonnée pour utiliser celle de « seuils et d'intervalles de gestion » dont les propositions concrètes sont rappelées ci-dessous :

- Un domaine d'action rapide pour un ERI >10-4 et/ou un QD > 10 ;
- Un domaine de vigilance active pour un 10-5 < ERI < 10-4 et/ou un 1 < QD < 10 ;
- Un domaine de conformité pour un ERI < 10^{-5} et/ou un QD < 1.

Les effets conjugués sont pris en considération dans l'EQRS.
En effet, les individus sont rarement exposés à une seule substance.
Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- Pour les effets à seuils : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- Pour les effets sans seuils : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l'organe cible.

18.3. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS À SEUIL - QUOTIENTS DE DANGER

Les quotients de dangers, obtenus pour chaque scénario d'exposition (maxima par type de lieu vulnérables), sont résumés dans les tableaux suivants.
Ainsi, pour tous les autres lieux vulnérables du même type, l'exposition sera moindre.

Tableau 66 : Quotients de dangers maximaux par composé au niveau des crèches – scénario enfant en bas âge

	Scénario enfant en bas âge Max crèches					
Seuil d'acceptabilité = 1	**2022 Situation actuelle**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident hors projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2035 Cumulée Résident hors projet**	**2035 Cumulée Résident du projet**
Acétaldéhyde	1,58E-04	5,84E-05	6,10E-05	7,95E-05	2,79E-05	3,63E-05
Acroléine	8,29E-02	2,95E-02	3,08E-02	4,02E-02	1,18E-02	1,54E-02
Arsenic	5,85E-05	5,69E-05	5,99E-05	7,78E-05	5,58E-05	7,26E-05
Benzène	3,41E-03	1,41E-03	1,47E-03	1,94E-03	1,03E-03	1,36E-03
1,3-butadiène	4,44E-03	1,89E-03	1,97E-03	2,56E-03	1,34E-03	1,76E-03
Cadmium	1,30E-06	1,26E-06	1,32E-06	1,72E-06	1,23E-06	1,60E-06
Chrome	6,27E-04	6,30E-04	6,63E-04	8,62E-04	6,60E-04	8,59E-04
Dioxines	8,10E-08	4,21E-08	4,38E-08	5,79E-08	2,72E-08	3,58E-08
Éthylbenzène	7,05E-06	3,15E-06	3,28E-06	4,32E-06	2,59E-06	3,42E-06
Formaldéhyde	3,87E-04	1,43E-04	1,49E-04	1,94E-04	6,67E-05	8,69E-05
Furanes	1,21E-07	6,28E-08	6,54E-08	8,63E-08	4,07E-08	5,37E-08
Mercure	8,53E-04	8,37E-04	8,81E-04	1,15E-03	8,37E-04	1,09E-03
Naphtalène	1,37E-03	1,15E-03	1,20E-03	1,58E-03	1,01E-03	1,33E-03
Ammoniac NH_3	1,07E-03	1,16E-03	1,20E-03	1,59E-03	1,41E-03	1,86E-03
Nickel	2,91E-05	2,81E-05	2,95E-05	3,84E-05	2,70E-05	3,52E-05
Plomb	5,20E-06	5,05E-06	5,32E-06	6,91E-06	4,95E-06	6,44E-06
Toluène	3,02E-06	1,29E-06	1,34E-06	1,77E-06	1,02E-06	1,35E-06
Xylènes	4,20E-04	1,82E-04	1,89E-04	2,50E-04	1,45E-04	1,92E-04
Particules diesel	7,55E-02	3,62E-02	3,80E-02	4,95E-02	1,90E-02	2,47E-02
Propionaldéhyde	8,04E-04	2,97E-04	3,10E-04	4,03E-04	1,38E-04	1,80E-04
16 HAP eq. BaP	5,51E-02	4,72E-02	4,92E-02	6,48E-02	4,05E-02	5,33E-02

Tableau 67 : Quotients de dangers maximaux par composé au niveau des écoles maternelles – scénario écolier de maternelle

	Scénario écolier de maternelle Max écoles maternelles					
Seuil d'acceptabilité = 1	**2022 Situation actuelle**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident hors projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2035 Cumulée Résident hors projet**	**2035 Cumulée Résident du projet**
Acétaldéhyde	1,42E-04	5,24E-05	5,48E-05	7,55E-05	2,49E-05	3,44E-05
Acroléine	7,44E-02	2,65E-02	2,76E-02	3,82E-02	1,06E-02	1,46E-02
Arsenic	5,26E-05	5,12E-05	5,40E-05	7,41E-05	5,03E-05	6,91E-05
Benzène	3,08E-03	1,27E-03	1,33E-03	1,85E-03	9,33E-04	1,30E-03
1,3-butadiène	3,97E-03	1,69E-03	1,77E-03	2,43E-03	1,20E-03	1,67E-03
Cadmium	1,17E-06	1,13E-06	1,19E-06	1,64E-06	1,11E-06	1,52E-06
Chrome	5,64E-04	5,67E-04	5,98E-04	8,21E-04	5,96E-04	8,19E-04
Dioxines	7,32E-08	3,80E-08	3,95E-08	5,52E-08	2,45E-08	3,42E-08
Éthylbenzène	6,37E-06	2,85E-06	2,96E-06	4,13E-06	2,34E-06	3,26E-06
Formaldéhyde	3,47E-04	1,28E-04	1,34E-04	1,84E-04	5,96E-05	8,23E-05
Furanes	1,09E-07	5,67E-08	5,90E-08	8,24E-08	3,67E-08	5,13E-08
Mercure	7,68E-04	7,54E-04	7,95E-04	1,09E-03	7,55E-04	1,04E-03
Naphtalène	1,24E-03	1,04E-03	1,08E-03	1,51E-03	9,08E-04	1,27E-03
Ammoniac NH_3	9,72E-04	1,04E-03	1,09E-03	1,52E-03	1,27E-03	1,78E-03
Nickel	2,62E-05	2,53E-05	2,66E-05	3,66E-05	2,44E-05	3,35E-05
Plomb	4,68E-06	4,55E-06	4,80E-06	6,58E-06	4,46E-06	6,13E-06
Toluène	2,73E-06	1,17E-06	1,21E-06	1,69E-06	9,24E-07	1,29E-06
Xylènes	3,79E-04	1,64E-04	1,71E-04	2,38E-04	1,31E-04	1,83E-04
Particules diesel	6,79E-02	3,26E-02	3,43E-02	4,72E-02	1,71E-02	2,36E-02
Propionaldéhyde	7,21E-04	2,66E-04	2,79E-04	3,83E-04	1,23E-04	1,71E-04
16 HAP eq. BaP	4,97E-02	4,26E-02	4,43E-02	6,18E-02	3,65E-02	5,08E-02

Tableau 68 : Quotients de dangers maximaux par composé au niveau des écoles élémentaires – scénario écolier de l'élementaire

	Scénario écolier de maternelle Max écoles élémentaires					
Seuil d'acceptabilité = 1	**2022 Situation actuelle**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident hors projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2035 Cumulée Résident hors projet**	**2035 Cumulée Résident du projet**
Acétaldéhyde	1,31E-04	4,84E-05	5,08E-05	7,15E-05	2,32E-05	3,27E-05
Acroléine	6,87E-02	2,45E-02	2,56E-02	3,62E-02	9,84E-03	1,39E-02
Arsenic	4,85E-05	4,72E-05	5,00E-05	7,01E-05	4,66E-05	6,54E-05
Benzène	2,83E-03	1,17E-03	1,22E-03	1,75E-03	8,60E-04	1,23E-03
1,3-butadiène	3,68E-03	1,57E-03	1,64E-03	2,31E-03	1,11E-03	1,58E-03
Cadmium	1,08E-06	1,04E-06	1,11E-06	1,55E-06	1,02E-06	1,44E-06
Chrome	5,20E-04	5,22E-04	5,53E-04	7,76E-04	5,51E-04	7,74E-04
Dioxines	6,73E-08	3,49E-08	3,65E-08	5,21E-08	2,26E-08	3,23E-08
Éthylbenzène	5,85E-06	2,61E-06	2,73E-06	3,90E-06	2,16E-06	3,08E-06
Formaldéhyde	3,21E-04	1,18E-04	1,24E-04	1,75E-04	5,55E-05	7,82E-05
Furanes	1,00E-07	5,21E-08	5,44E-08	7,78E-08	3,39E-08	4,84E-08
Mercure	7,08E-04	6,94E-04	7,36E-04	1,03E-03	6,99E-04	9,81E-04
Naphtalène	1,14E-03	9,57E-04	9,99E-04	1,43E-03	8,37E-04	1,20E-03
Ammoniac NH_3	8,93E-04	9,60E-04	1,00E-03	1,43E-03	1,17E-03	1,68E-03
Nickel	2,41E-05	2,33E-05	2,47E-05	3,46E-05	2,26E-05	3,17E-05
Plomb	4,31E-06	4,19E-06	4,44E-06	6,22E-06	4,13E-06	5,80E-06
Toluène	2,51E-06	1,07E-06	1,12E-06	1,60E-06	8,52E-07	1,22E-06
Xylènes	3,48E-04	1,51E-04	1,57E-04	2,25E-04	1,21E-04	1,73E-04
Particules diesel	6,26E-02	3,00E-02	3,17E-02	4,46E-02	1,58E-02	2,23E-02
Propionaldéhyde	6,67E-04	2,46E-04	2,59E-04	3,63E-04	1,14E-04	1,62E-04
16 HAP eq. BaP	4,57E-02	3,92E-02	4,09E-02	5,84E-02	3,37E-02	4,80E-02

Tableau 69 : Quotients de dangers maximaux par composé au niveau des écoles primaires – scénario écolier de primaire

	Scénario écolier de primaire Max écoles primaires					
Seuil d'acceptabilité = 1	**2022 Situation actuelle**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident hors projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2035 Cumulée Résident hors projet**	**2035 Cumulée Résident du projet**
Acétaldéhyde	1,41E-04	5,22E-05	5,50E-05	7,58E-05	2,51E-05	3,45E-05
Acroléine	7,42E-02	2,64E-02	2,78E-02	3,83E-02	1,06E-02	1,47E-02
Arsenic	5,24E-05	5,09E-05	5,41E-05	7,42E-05	5,05E-05	6,93E-05
Benzène	3,05E-03	1,26E-03	1,33E-03	1,85E-03	9,33E-04	1,30E-03
1,3-butadiène	3,97E-03	1,69E-03	1,77E-03	2,44E-03	1,21E-03	1,67E-03
Cadmium	1,16E-06	1,13E-06	1,20E-06	1,64E-06	1,11E-06	1,52E-06
Chrome	5,61E-04	5,64E-04	5,99E-04	8,22E-04	5,97E-04	8,20E-04
Dioxines	7,25E-08	3,77E-08	3,95E-08	5,52E-08	2,45E-08	3,42E-08
Éthylbenzène	6,31E-06	2,82E-06	2,96E-06	4,13E-06	2,34E-06	3,26E-06
Formaldéhyde	3,46E-04	1,28E-04	1,34E-04	1,85E-04	6,00E-05	8,27E-05
Furanes	1,08E-07	5,62E-08	5,89E-08	8,23E-08	3,67E-08	5,13E-08
Mercure	7,63E-04	7,49E-04	7,97E-04	1,09E-03	7,57E-04	1,04E-03
Naphtalène	1,23E-03	1,03E-03	1,08E-03	1,51E-03	9,07E-04	1,27E-03
Ammoniac NH_3	9,63E-04	1,04E-03	1,09E-03	1,52E-03	1,27E-03	1,78E-03
Nickel	2,60E-05	2,51E-05	2,67E-05	3,66E-05	2,44E-05	3,36E-05
Plomb	4,65E-06	4,52E-06	4,81E-06	6,59E-06	4,47E-06	6,14E-06
Toluène	2,70E-06	1,16E-06	1,21E-06	1,69E-06	9,23E-07	1,29E-06
Xylènes	3,76E-04	1,63E-04	1,71E-04	2,38E-04	1,31E-04	1,83E-04
Particules diesel	6,76E-02	3,24E-02	3,43E-02	4,72E-02	1,72E-02	2,36E-02
Propionaldéhyde	7,20E-04	2,65E-04	2,80E-04	3,84E-04	1,24E-04	1,71E-04
16 HAP eq. BaP	4,93E-02	4,22E-02	4,44E-02	6,18E-02	3,65E-02	5,09E-02

Tableau 70 : Quotients de dangers par composé au niveau de l'EHPAD – scénario personne âgée

	Scénario personne âgée EHPAD			
Seuil d'acceptabilité = 1	2022 Situation actuelle	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Acétaldéhyde	1,44E-05	5,28E-06	5,47E-06	2,47E-06
Acroléine	7,59E-03	2,68E-03	2,77E-03	1,05E-03
Arsenic	5,31E-06	5,16E-06	5,35E-06	4,99E-06
Benzène	3,10E-04	1,28E-04	1,33E-04	9,35E-05
1,3-butadiène	4,00E-04	1,69E-04	1,75E-04	1,19E-04
Cadmium	1,18E-07	1,14E-07	1,18E-07	1,10E-07
Chrome	5,69E-05	5,71E-05	5,92E-05	5,90E-05
Dioxines	7,35E-09	3,81E-09	3,96E-09	2,45E-09
Éthylbenzène	6,39E-07	2,85E-07	2,96E-07	2,35E-07
Formaldéhyde	3,53E-05	1,29E-05	1,34E-05	5,91E-06
Furanes	1,09E-08	5,69E-09	5,91E-09	3,68E-09
Mercure	7,74E-05	7,59E-05	7,87E-05	7,48E-05
Naphtalène	1,24E-04	1,04E-04	1,08E-04	9,09E-05
Ammoniac NH_3	9,73E-05	1,05E-04	1,09E-04	1,28E-04
Nickel	2,64E-06	2,54E-06	2,64E-06	2,42E-06
Plomb	4,72E-07	4,58E-07	4,75E-07	4,42E-07
Toluène	2,73E-07	1,17E-07	1,21E-07	9,25E-08
Xylènes	3,81E-05	1,65E-05	1,71E-05	1,31E-05
Particules diesel	6,87E-03	3,29E-03	3,41E-03	1,71E-03
Propionaldéhyde	7,34E-05	2,68E-05	2,78E-05	1,22E-05
16 HAP eq. BaP	4,99E-03	4,27E-03	4,43E-03	3,64E-03

Tableau 71 : Quotients de dangers par composé au niveau du foyer d'accueil médicalisé – scénario hospitalisé

	Scénario hospitalisé Foyer d'accueil médicalisé			
Seuil d'acceptabilité = 1	2022 Situation actuelle	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Acétaldéhyde	5,70E-06	2,11E-06	2,14E-06	9,92E-07
Acroléine	2,99E-03	1,07E-03	1,08E-03	4,21E-04
Arsenic	2,11E-06	2,06E-06	2,09E-06	1,95E-06
Benzène	1,23E-04	5,10E-05	5,18E-05	3,64E-05
1,3-butadiène	1,60E-04	6,89E-05	6,98E-05	4,83E-05
Cadmium	4,68E-08	4,55E-08	4,62E-08	4,28E-08
Chrome	2,26E-05	2,28E-05	2,31E-05	2,30E-05
Dioxines	2,93E-09	1,52E-09	1,55E-09	9,57E-10
Éthylbenzène	2,55E-07	1,14E-07	1,15E-07	9,13E-08
Formaldéhyde	1,40E-05	5,16E-06	5,23E-06	2,37E-06
Furanes	4,37E-09	2,27E-09	2,31E-09	1,43E-09
Mercure	3,08E-05	3,03E-05	3,07E-05	2,92E-05
Naphtalène	4,95E-05	4,17E-05	4,23E-05	3,54E-05
Ammoniac NH_3	3,88E-05	4,18E-05	4,25E-05	4,98E-05
Nickel	1,05E-06	1,02E-06	1,03E-06	9,44E-07
Plomb	1,88E-07	1,83E-07	1,85E-07	1,73E-07
Toluène	1,09E-07	4,66E-08	4,73E-08	3,60E-08
Xylènes	1,52E-05	6,58E-06	6,68E-06	5,13E-06
Particules diesel	2,73E-03	1,31E-03	1,33E-03	6,62E-04
Propionaldéhyde	2,90E-05	1,07E-05	1,09E-05	4,94E-06
16 HAP eq. BaP	1,99E-03	1,71E-03	1,73E-03	1,43E-03

Tableau 72 : Quotients de dangers maximaux par composé pour le scénario résident

	Scénario Résident					
Seuil d'acceptabilité = 1	**2022 Situation actuelle**	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet Résident hors projet**	**2028 Avec projet Résident du projet**	**2035 Cumulée Résident hors projet**	**2035 Cumulée Résident du projet**
Acétaldéhyde	1,53E-04	5,65E-05	5,93E-05	8,46E-05	2,71E-05	3,86E-05
Acroléine	8,02E-02	2,85E-02	2,99E-02	4,28E-02	1,15E-02	1,64E-02
Arsenic	5,66E-05	5,50E-05	5,84E-05	8,29E-05	5,44E-05	7,73E-05
Benzène	3,30E-03	1,37E-03	1,43E-03	2,07E-03	1,00E-03	1,45E-03
1,3-butadiène	4,29E-03	1,83E-03	1,92E-03	2,73E-03	1,30E-03	1,87E-03
Cadmium	1,26E-06	1,22E-06	1,29E-06	1,83E-06	1,20E-06	1,70E-06
Chrome	6,07E-04	6,09E-04	6,46E-04	9,18E-04	6,43E-04	9,16E-04
Dioxines	7,85E-08	4,08E-08	4,25E-08	6,17E-08	2,64E-08	3,82E-08
Éthylbenzène	6,83E-06	3,05E-06	3,18E-06	4,61E-06	2,51E-06	3,65E-06
Formaldéhyde	3,74E-04	1,38E-04	1,45E-04	2,07E-04	6,48E-05	9,25E-05
Furanes	1,17E-07	6,08E-08	6,34E-08	9,20E-08	3,95E-08	5,73E-08
Mercure	8,26E-04	8,10E-04	8,59E-04	1,22E-03	8,16E-04	1,16E-03
Naphtalène	1,33E-03	1,12E-03	1,17E-03	1,69E-03	9,76E-04	1,41E-03
Ammoniac NH_3	1,04E-03	1,12E-03	1,17E-03	1,69E-03	1,37E-03	1,99E-03
Nickel	2,82E-05	2,71E-05	2,88E-05	4,09E-05	2,64E-05	3,75E-05
Plomb	5,03E-06	4,89E-06	5,18E-06	7,36E-06	4,82E-06	6,86E-06
Toluène	2,93E-06	1,25E-06	1,30E-06	1,89E-06	9,93E-07	1,44E-06
Xylènes	4,06E-04	1,76E-04	1,84E-04	2,66E-04	1,41E-04	2,04E-04
Particules diesel	7,30E-02	3,50E-02	3,70E-02	5,27E-02	1,85E-02	2,64E-02
Propionaldéhyde	7,78E-04	2,87E-04	3,02E-04	4,29E-04	1,33E-04	1,92E-04
16 HAP eq. BaP	5,34E-02	4,57E-02	4,77E-02	6,91E-02	3,93E-02	5,68E-02

Les quotients de dangers par organes-cibles sont schématisés ci-après.

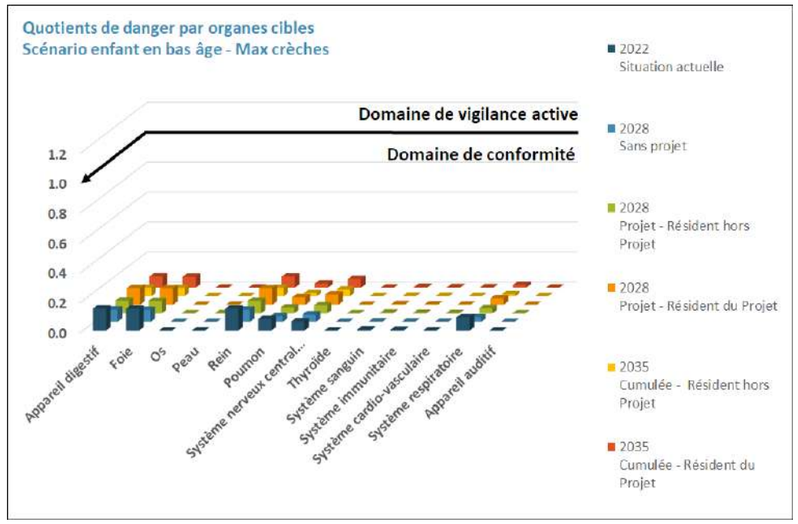


Figure 108 : Quotients de danger cumulés par organes -cibles- Scénario enfant en bas âge – Max crèches

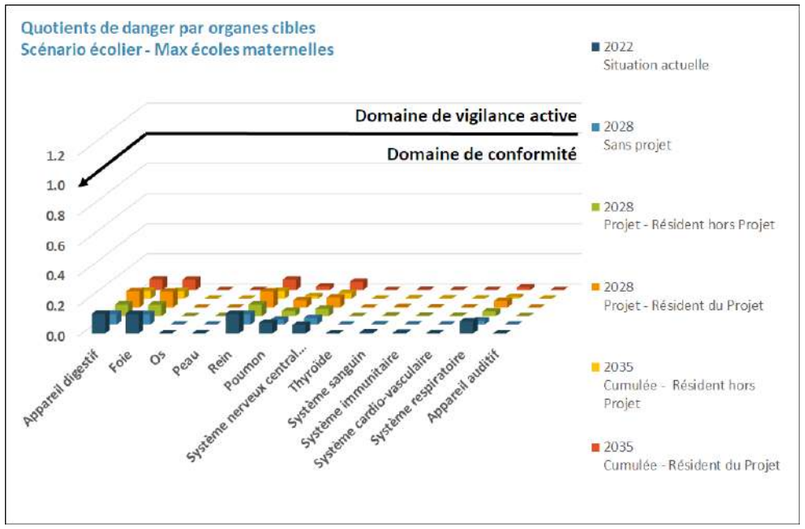


Figure 109 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier de maternelle – Max écoles maternelles

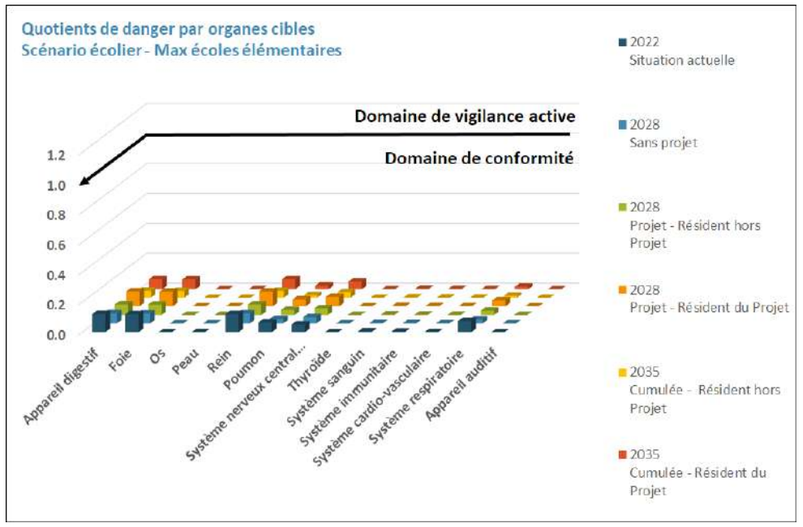


Figure 110 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier de l'élémentaire – Max écoles élémentaire

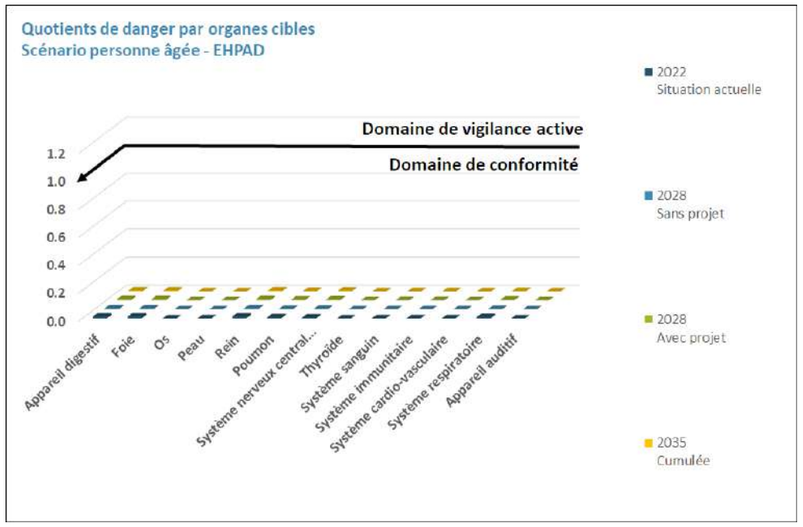


Figure 112 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario personne âgée –EHPAD

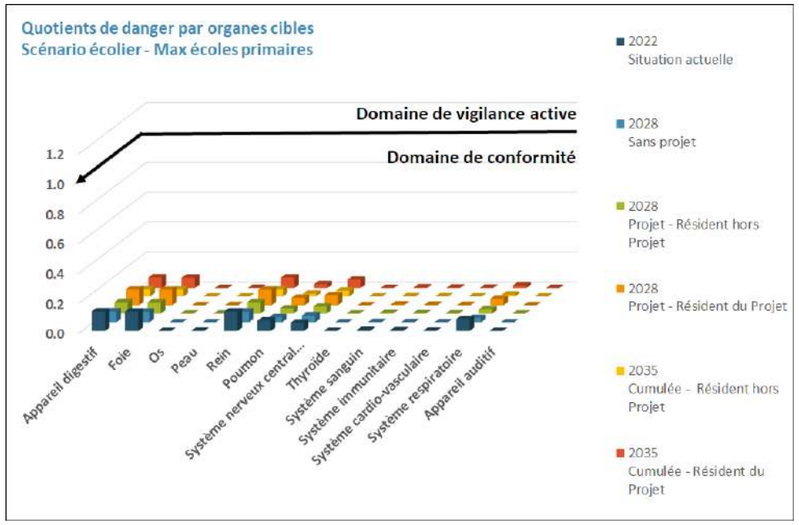


Figure 111 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario écolier de primaire – Max écoles primaires

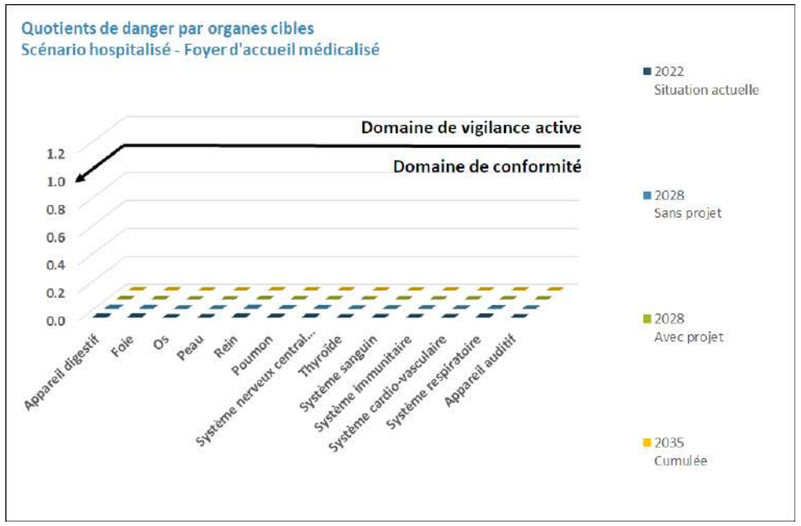


Figure 113 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles - Scénario hospitalisé – Foyer d'accueil médicalisé

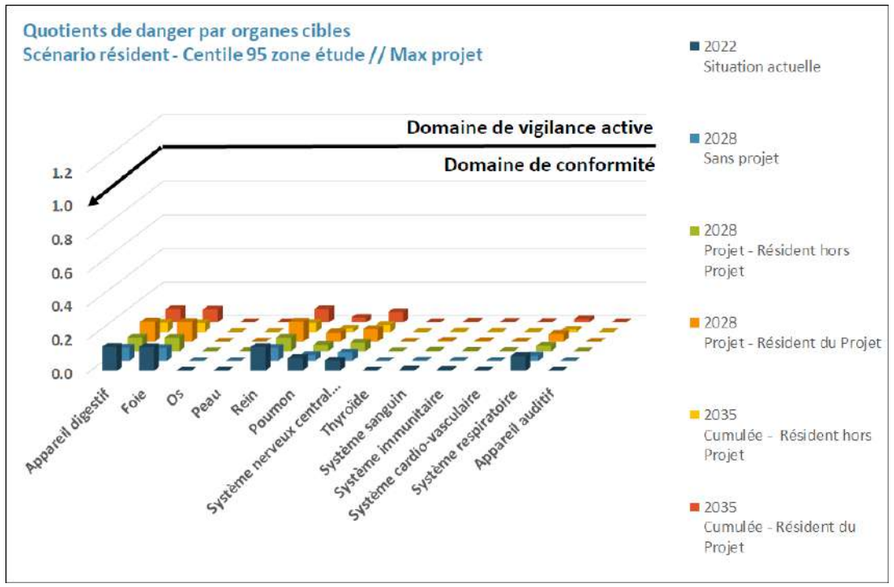


Figure 114 : Quotients de danger cumulés par organes-cibles- Scénario résident

Il est possible de constater que les Quotients de Danger (QD) sont tous inférieurs à 1, et cela, même en les additionnant par organe-cible.
Les QD et QD cumulés sont tous situés dans le domaine de conformité, quels que soient les horizons et scénarios examinés.
Ainsi, l'indice des risques non cancérigènes par inhalation est jugé non significatif pour l'ensemble des scénarios d'exposition étudiés.
Par conséquent, et au regard des connaissances actuelles, pour les effets chroniques à seuils, les effets critiques ne sont pas a priori susceptibles d'apparaitre au sein de la population exposée. De ce fait, aucun polluant ne nécessite une surveillance particulière.

La réalisation du projet n'est pas de nature à induire des effets pathologiques au sein des populations exposées, en comparaison au scénario sans projet.

Cas particulier des substances sans VTR

Certaines substances étudiées dans ce document ne possèdent pas de VTR.
Néanmoins, l'Anses recommande de comparer les résultats obtenus en concentration moyenne avec les recommandations annuelles de l'OMS en ce qui concerne le dioxyde d'azote (NO_2) et les particules PM10 et PM2.5.

Les concentrations moyennes annuelles maximales calculées au niveau de chaque type de lieu vulnérable, les concentrations correspondant au centile 95 de celles calculées sur la zone d'étude pour les habitants hors projet et les concentrations maximales calculées sur l'emprise projet pour les habitants du projet sont comparées aux recommandations de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5.

Tableau 73 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – NO_2

NO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l'OMS			10 µg/m³
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Centile 95 Zone etude	6,83	4,31	4,54	2,29
Max creches	7,70	4,86	5,02	2,53
Max ecoles primaires	4,02	2,53	2,77	1,40
Max ecoles maternelles	4,25	2,69	2,73	1,38
Max ecoles elementaires	1,46	0,92	0,97	0,49
Ehpad	0,65	0,41	0,42	0,21
Centre de soin	0,26	0,16	0,16	0,08
Max Zone Projet	-	-	6,51	3,28
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 74 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM10

PM10 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l'OMS			15 µg/m³
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Centile 95 Zone etude	1,73	1,54	1,64	1,54
Max creches	1,94	1,74	1,80	1,69
Max ecoles primaires	1,01	0,90	0,99	0,93
Max ecoles maternelles	1,06	0,95	0,97	0,91
Max ecoles elementaires	0,37	0,33	0,35	0,33
Ehpad	0,16	0,14	0,15	0,14
Centre de soin	0,06	0,06	0,06	0,06
Max Zone Projet	-	-	2,33	2,19
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 75 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les substances sans VTR – PM2,5

PM2,5 (µg/m³) Moyenne annuelle	Recommandation annuelle de l'OMS		5 µg/m³	
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Centile 95 Zone etude	1,14	0,95	1,01	0,92
Max creches	1,28	1,08	1,11	1,01
Max ecoles primaires	0,67	0,56	0,61	0,55
Max ecoles maternelles	0,70	0,59	0,60	0,54
Max ecoles elementaires	0,24	0,20	0,21	0,19
Ehpad	0,11	0,09	0,09	0,08
Centre de soin	0,04	0,04	0,04	0,03
Max Zone Projet	-	-	1,44	1,30
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Seuil respecté Seuil dépassé

En considérant uniquement les émissions des brins dont les trafics ont été fournis, il est possible de constater que les recommandations annuelles de l'OMS pour le NO_2 et pour les particules PM10 et PM2,5 sont respectées en situation actuelle 2022, à l'horizon 2028 avec ou sans projet et à l'horizon 2035 en situation cumulée, pour tous les lieux vulnérables, les résidents hors projet et les futurs résidents du projet.

18.4. Évaluation de l'indicateur sanitaire pour les effets sans seuils : calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI)

Cet indicateur représente la probabilité de survenue d'une pathologie pour les individus exposés, compte tenu du scénario construit.
On parle d'excès de risque car cette probabilité est liée à l'exposition au polluant considéré et s'ajoute au risque de base présent dans la population.
Les ERI calculés pour les différents scénarios sont présentés dans les tableaux et figures ci-après.

❖ **Scénario enfant**

En considérant les ERI par composés, pour l'ensemble des horizons et scénarios, il est observé que ceux-ci sont tous situés dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}).
En considérant les ERI cumulés, il est possible de constater que ceux-ci sont également tous inclus dans le domaine de conformité, pour tous les horizons et scénarios.

Tableau 76 : Excès de risque individuel – scénario « Enfant »

ENFANT (max crèches hors projet)	2022 Situation actuelle	2028 Sans projet	2028 Avec projet Résident hors projet	2028 Avec projet Résident du projet	2035 Cumulée Résident hors projet	2035 Cumulée Résident du projet
Acétaldéhyde	8,08E-09	2,99E-09	3,13E-09	4,25E-09	1,43E-09	1,94E-09
Arsenic	1,91E-11	1,86E-11	1,97E-11	2,66E-11	1,84E-11	2,48E-11
Benzène	1,29E-07	5,34E-08	5,58E-08	7,66E-08	3,92E-08	5,39E-08
1,3-butadiène	3,86E-08	1,64E-08	1,72E-08	2,33E-08	1,17E-08	1,60E-08
Cadmium	8,32E-10	8,07E-10	8,54E-10	1,15E-09	7,91E-10	1,07E-09
Chrome	1,09E-07	1,10E-07	1,16E-07	1,57E-07	1,16E-07	1,57E-07
Dioxines	1,79E-11	9,32E-12	9,72E-12	1,34E-11	6,03E-12	8,28E-12
Éthylbenzène	3,85E-09	1,72E-09	1,80E-09	2,46E-09	1,42E-09	1,95E-09
Formaldéhyde	3,63E-08	1,34E-08	1,41E-08	1,91E-08	6,28E-09	8,53E-09
Furanes	7,72E-12	4,02E-12	4,20E-12	5,77E-12	2,62E-12	3,59E-12
Naphtalène	4,14E-08	3,48E-08	3,63E-08	4,99E-08	3,04E-08	4,18E-08
Nickel	1,65E-10	1,59E-10	1,69E-10	2,28E-10	1,55E-10	2,09E-10
Plomb	8,16E-12	7,93E-12	8,39E-12	1,13E-11	7,81E-12	1,06E-11
Particules diesel	1,86E-06	8,94E-07	9,44E-07	1,28E-06	4,72E-07	6,39E-07
16 HAP eq BaP	1,76E-08	1,51E-08	1,58E-08	2,16E-08	1,30E-08	1,78E-08
Cumulé	**2,25E-06**	**1,14E-06**	**1,21E-06**	**1,63E-06**	**6,92E-07**	**9,39E-07**

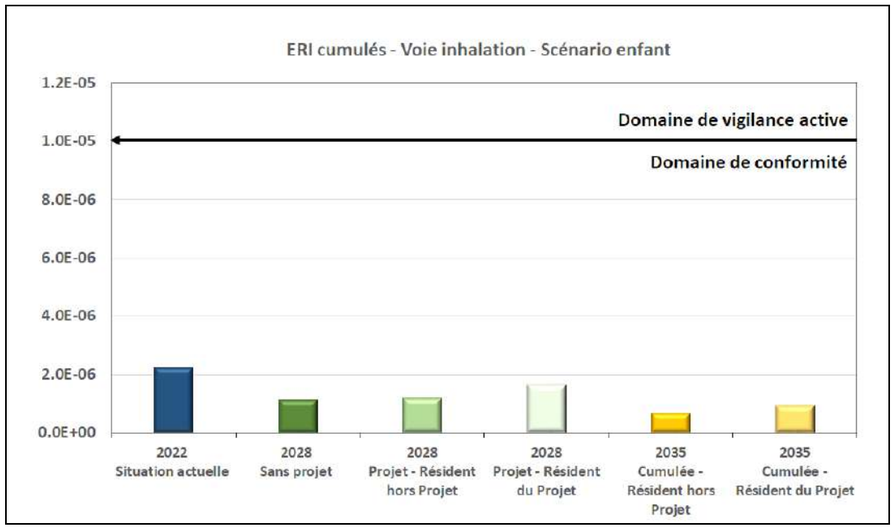


Figure 115 : ERI cumulés – scénario enfant (de 0 à 11 ans)

❖ **Scénario résident**

Tableau 77 : Excès de risque individuel – scénario « Résident »

RÉSIDENT	2022 Situation actuelle	2028 Sans projet	2028 Avec projet Résident hors projet	2028 Avec projet Résident du projet	2035 Cumulée Résident hors projet	2035 Cumulée Résident du projet
Acétaldéhyde	6,91E-09	2,56E-09	2,68E-09	3,83E-09	1,23E-09	1,75E-09
Arsenic	1,64E-11	1,59E-11	1,69E-11	2,40E-11	1,57E-11	2,24E-11
Benzène	1,10E-07	4,56E-08	4,76E-08	6,91E-08	3,35E-08	4,86E-08
1,3-butadiène	3,31E-08	1,41E-08	1,48E-08	2,11E-08	1,00E-08	1,44E-08
Cadmium	7,12E-10	6,90E-10	7,32E-10	1,04E-09	6,78E-10	9,64E-10
Chrome	9,36E-08	9,40E-08	9,96E-08	1,42E-07	9,92E-08	1,41E-07
Dioxines	1,53E-11	7,97E-12	8,31E-12	1,21E-11	5,15E-12	7,47E-12
Éthylbenzène	3,29E-09	1,47E-09	1,53E-09	2,22E-09	1,21E-09	1,76E-09
Formaldéhyde	3,11E-08	1,15E-08	1,20E-08	1,72E-08	5,39E-09	7,69E-09
Furanes	6,61E-12	3,44E-12	3,59E-12	5,20E-12	2,24E-12	3,24E-12
Naphtalène	3,54E-08	2,97E-08	3,10E-08	4,50E-08	2,60E-08	3,77E-08
Nickel	1,42E-10	1,36E-10	1,45E-10	2,06E-10	1,32E-10	1,88E-10
Plomb	6,99E-12	6,78E-12	7,19E-12	1,02E-11	6,69E-12	9,52E-12
Particules diesel	1,60E-06	7,65E-07	8,08E-07	1,15E-06	4,04E-07	5,76E-07
16 HAP eq BaP	1,51E-08	1,29E-08	1,35E-08	1,95E-08	1,11E-08	1,61E-08
Cumulé	**1,93E-06**	**9,78E-07**	**1,03E-06**	**1,47E-06**	**5,92E-07**	**8,47E-07**

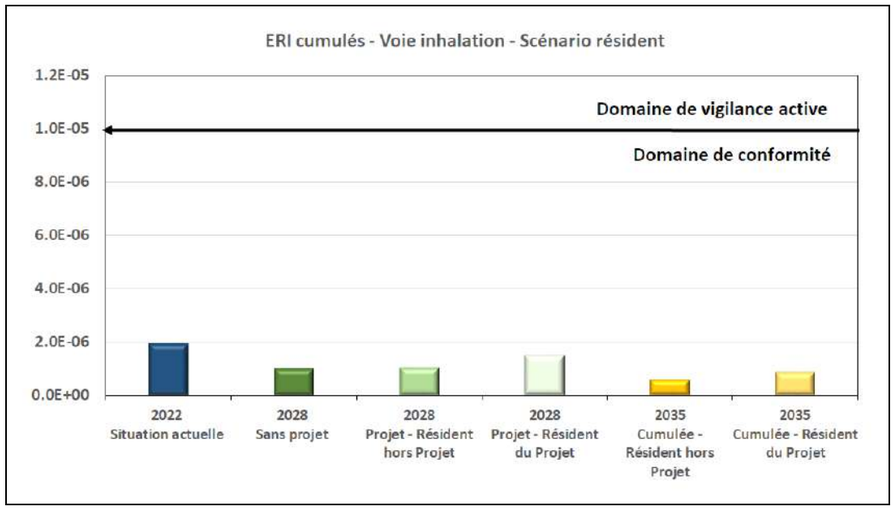


Figure 116 : ERI cumulés – scénario résident

En considérant les ERI par composés, pour l'ensemble des horizons et scénarios, il est observé que ceux-ci sont tous situés dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5}).

En considérant les ERI cumulés, il est possible de constater que ceux-ci sont également tous inclus dans le domaine de conformité, pour tous les horizons et scénarios.

18.5. ÉVALUATION DE L'INDICATEUR SANITAIRE POUR LES EFFETS AIGUS : COMPARAISON AVEC LES RECOMMANDATIONS DE L'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande des seuils en dessous desquels une exposition à ces concentrations ne révèle aucun effet sur la santé.

Les concentrations maximales (horaires ou journalières) au niveau de chaque type de lieu vulnérable, ainsi que celles correspondant au centile 95 des concentrations de la zone d'étude pour les habitants hors projet et les concentrations maximales calculées sur l'emprise projet pour les habitants du projet, sont comparées aux recommandations journalières et horaires de l'OMS pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5.

Il est alors obtenu les résultats regroupés dans les tableaux ci-après.

Tableau 78 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – NO_2

NO_2 (µg/m³) maximum moyenne journalière	Recommandation journalière de l'OMS		25 µg/m³	
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
CENTILE 95 ZONE ETUDE	23,61	14,86	15,53	7,81
MAX CRECHES	25,19	15,90	16,37	8,26
MAX ECOLES PRIMAIRES	12,64	7,98	8,85	4,47
MAX ECOLES MATERNELLES	19,02	12,05	12,21	6,17
MAX ECOLES ELEMENTAIRES	5,16	3,25	3,36	1,70
EHPAD	2,55	1,60	1,68	0,85
CENTRE DE SOIN	0,81	0,51	0,52	0,26
Max Zone Projet	-	-	21,81	11,01
NO_2 (µg/m³) Maximum moyenne horaire	**Recommandation horaire de l'OMS**		**200 µg/m³**	
	2022 Horizon actuel	**2028 Sans projet**	**2028 Avec projet**	**2035 Cumulée**
CENTILE 95 ZONE ETUDE	64,27	40,24	41,46	20,92
MAX CRECHES	60,76	38,43	39,66	20,02
MAX ECOLES PRIMAIRES	31,56	19,97	21,72	10,96
MAX ECOLES MATERNELLES	55,97	35,48	35,94	18,16
MAX ECOLES ELEMENTAIRES	13,45	8,43	8,65	4,37
EHPAD	7,81	4,91	5,17	2,61
CENTRE DE SOIN	1,99	1,25	1,26	0,64
Max Zone Projet	-	-	55,70	28,12
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 79 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM10

PM10 (µg/m³) maximum journalier	Recommandation journalière de l'OMS	45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an		
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Centile 95 Zone etude	5,93	5,29	5,54	5,21
Max creches	6,36	5,70	5,86	5,52
Max ecoles primaires	3,18	2,85	3,15	2,97
Max ecoles maternelles	4,72	4,26	4,32	4,07
Max ecoles elementaires	1,30	1,16	1,20	1,13
Ehpad	0,64	0,57	0,60	0,56
Centre de soin	0,21	0,18	0,19	0,17
Max Zone Projet	-	-	7,81	7,36
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Seuil respecté Seuil dépassé

Tableau 80 : Comparaison aux recommandations de l'OMS pour les effets aigus – PM2,5

PM2,5 (µg/m³) maximum journalier	Recommandation journalière de l'OMS	15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an		
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
Centile 95 Zone etude	3,92	3,27	3,42	3,10
Max creches	4,20	3,52	3,62	3,29
Max ecoles primaires	2,10	1,76	1,95	1,77
Max ecoles maternelles	3,11	2,63	2,67	2,42
Max ecoles elementaires	0,86	0,72	0,74	0,67
Ehpad	0,42	0,35	0,37	0,33
Centre de soin	0,14	0,11	0,11	0,10
Max Zone Projet	-	-	4,83	4,38
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Seuil respecté Seuil dépassé

Pour les particules PM10 et PM2,5 en moyenne journalière et le NO_2 en moyenne horaire, les recommandations de l'OMS sont respectées au niveau de tous les lieux vulnérables, des habitants du projet et des résidents de la zone d'étude - regardant les effets aigus - quels que soient l'horizon et le scénario, en considérant uniquement les émissions des brins dont les trafics ont été fournis.
La recommandation journalière de l'OMS pour le NO_2 est respectée aux horizons futurs 2028 et 2035 pour tous les lieux vulnérables et les résidents du projet et hors projet. En revanche, elle est dépassée en situation actuelle uniquement, pour la crèche la plus exposée.

18.6. Incertitudes relatives à l'EQRS

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont respectivement sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003].
Le tableau ci-dessous reprend de façon schématique les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

Étape 1 : Identification du danger *Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?*	• Interaction de mélanges de polluants • Produits de dégradation des molécules mal connus • Données pas toujours disponibles pour l'Homme ou même l'animal
Étape 2 : Choix de la VTR *Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?*	• Extrapolation des observations lors d'expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d'exposition de populations • Transposition des données d'une population vers une autre (utilisation de données animales pour l'Homme) • Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)
Étape 3 : Estimation de l'Exposition *Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?*	• Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d'exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation) • Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace • Difficulté pour définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population
Étape 4 : Caractérisation du risque *Quelle est la probabilité de survenue du danger pour un individu dans une population donnée ?*	• Méconnaissance de l'action de certains polluants (VTR non validées) • Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat • Calcul de l'impact sanitaire qui rajoute un niveau d'incertitude

Identification des dangers

L'identification des dangers est une démarche qualitative initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d'ordre sanitaire.

À ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d'information et aux controverses scientifiques.

Dans le cas présent, l'EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus. Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes ou bien tout simplement car l'information n'existe pas.

Ces substances n'ont pas encore de facteurs d'émission. Toutefois, la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes, et/ou la sévérité des effets sanitaires, amènent les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d'émission.

Évaluation des incertitudes sur l'évaluation de la toxicité

L'identification exhaustive des dangers potentiellement induits pour l'Homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l'évaluation et la possibilité d'interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.

Les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal, mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'Homme. L'étape qui génère l'incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l'établissement des **V**aleurs **T**oxicologiques de **R**éférence [VTR]. Il est rappelé que pour le cas des produits cancérogènes sans effet de seuils, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.

Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l'extrapolation à l'homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d'incertitude ou facteurs d'évaluation) aux seuils sans effet néfaste définis chez l'animal.

Lorsque la VTR est établie à partir d'une étude épidémiologique conduite chez l'Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l'extrapolation à la population générale s'effectue également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.

Ainsi, les facteurs de sécurité ont-ils pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liées à la transposition inter-espèces, à l'extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.

Ces facteurs changent d'une substance à une autre.

Pour certaines d'entre elles, il n'y a purement pas de facteur de quantification en l'état actuel des connaissances.

Incertitudes sur l'évaluation de l'exposition

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition, à savoir :

L'incertitude portant sur :

- La définition des populations et des usages ;
- Les modèles utilisés ;
- Les paramètres ;
- Les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. À noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

Caractérisation du risque

Dernière étape de l'EQRS : la caractérisation du risque, ce dernier étant défini ici comme une « éventualité » d'apparition d'effets indésirables.

Pour les produits cancérogènes sans effet de seuils, la quantification du risque consiste à mettre en relation - pour les différentes voies d'exposition identifiées- les VTR et les doses d'exposition, cela afin d'arriver à une prédiction sur l'apparition de cancers parmi une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses pour les voies d'exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d'exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d'ingestion, fréquence et durée d'exposition, masse corporelle, etc.).

18.7. SYNTHÈSE DE L'EQRS – IMPACT DU PROJET SUR LA SANTÉ

Voie d'exposition inhalation

L'étude trafic fait ressortir que la réalisation du projet ainsi que la situation cumulée se traduiront par une hausse des volumes de trafic par rapport au scénario 'Fil de l'Eau' et à la 'situation actuelle' sur les voies du réseau d'étude.

Pour les horizons futurs 2028 ('sans' ou 'avec' projet) et 2035 (situation cumulée), et les scénarios d'exposition étudiés, il est possible de constater que tous les Quotients de Danger sont inférieurs à 1 (domaine de conformité), cela même en les additionnant par organe-cible.

Quant aux Excès de Risque Individuels, en considérant les ERI par composé et en cumul, il est également possible de constater que ceux-ci sont tous inclus dans le domaine de conformité (c'est-à-dire inférieurs à la valeur seuil de 10^{-5} correspondant à 1 cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées, comparé à une population non exposée) aux horizons futurs 2028 (sans ou avec projet) et 2035 (situation cumulée), sur la zone d'étude, quel que soit le scénario d'exposition étudié (enfant, résident hors ou au sein du projet).

Par ailleurs, à l'horizon futur 2028 en situations 'Projetée' et 'Fil de l'Eau' et à l'horizon 2035 en situation 'Cumulée', les indicateurs de risques sanitaires sont tous inférieurs à ceux calculés en situation 'Actuelle'.

L'aménagement projeté n'est pas de nature, a priori, à impacter significativement, ni la santé des populations environnantes comparativement à la situation sans projet (différences minimes pour les valeurs des indicateurs sanitaires entre les situations 'Fil de l'Eau' et 'projet'), ni la santé des populations futures du projet.
Les QD et les ERI cumulés sont inférieurs aux seuils pour l'ensemble des scénarios d'exposition évalués aux horizons futurs (2028 et 2035).

19. IMPACT DU PROJET SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

19.1. GÉNÉRALITÉS

Le bilan des gaz à effet de serre (GES) émis par l'activité humaine constitue une étape importante dans l'établissement des principes du développement durable, dans une perspective de préservation de l'environnement.
Les 3 gaz à effet de serre considérés dans les bilans des émissions de GES sont les suivants :

- Le dioxyde de carbone [CO_2] ;
- Le méthane [CH_4] ;
- Le protoxyde d'azote [N_2O].

Chaque GES possède un certain pouvoir radiatif. Cette capacité de rayonnement dépend de la qualité chimique du gaz et de sa durée de vie dans l'atmosphère.
Pour établir une grille de comparaison, le dioxyde de carbone (CO_2) a été choisi comme étalon. Ainsi, les émissions de GES sont-elles quantifiées en tonnes équivalent CO_2, quel que soit le GES considéré.

❖ **Les GES en Normandie et dans la Métropole Rouen Normandie**

Les émissions de GES en 2018 en Normandie[41] représentent 32 112 733 teqCO_2 (soit 32 MteqCO_2).
La répartition en fonction du secteur est illustrée sur le diagramme ci-après.

Le secteur agricole est le principal contributeur aux émissions de GES de la région Normandie avec 27 %, suivi par le secteur industriel avec 26 %. Les contributeurs suivants sont le transport routier (21 %) et le résidentiel (13 %). D'autres secteurs contribuent de manière moindre aux émissions, à savoir le transport non routier (6 %), le tertiaire (5 %) et le traitement des déchets (2 %).

[41] http://www.orecan.fr/acces_donnees/

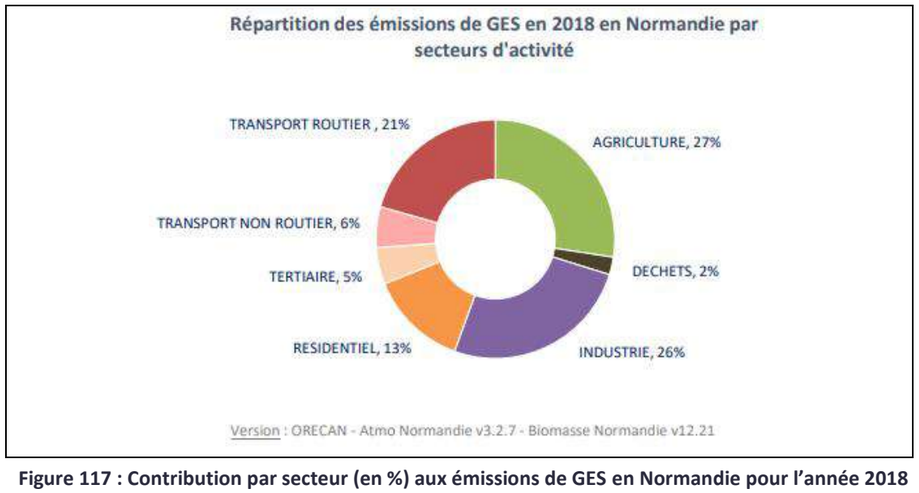


Figure 117 : Contribution par secteur (en %) aux émissions de GES en Normandie pour l'année 2018 (Source : Bilan Année de référence 2018 - ORECAN)

L'évolution des émissions de GES par secteur en Normandie entre 2005 et 2018, est représentée graphiquement ci-après.

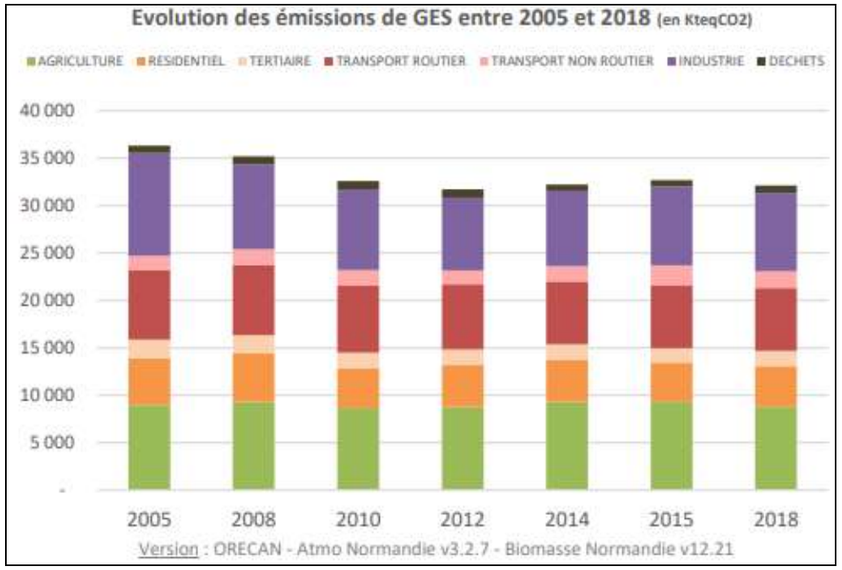


Figure 118: Évolution des émissions de GES Normandie entre 2005 et 2018 (source : Bilan Année de référence 2018 - ORECAN)

Dans l'ensemble, les émissions totales de **G**az à **E**ffet de **S**erre en équivalent CO_2 ont diminué de 11,6 % entre 2005 et 2018 en Normandie.

Pour la Métropole Rouen Normandie, la répartition des émissions de GES par secteur (cf. graphique suivant) est sensiblement différente de celle de la région.

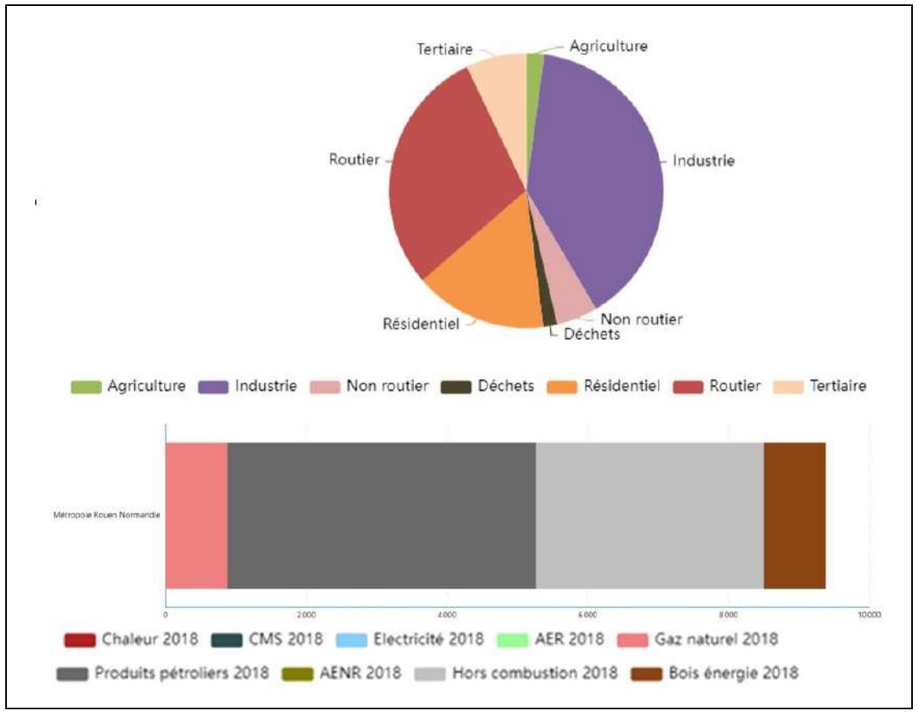


Figure 119 : Répartition sectorielle des émissions totale de GES en 2018 en haut) et énergie consommée en 2018 (en bas) pour la Métropole Rouen Normandie (Source : Open Data ORECAN**)**

En 2018, 3,3 MteqCO_2 de GES ont été émises sur le territoire de l'intercommunalité. Le secteur de l'industrie (1,3 MteqCO_2) est majoritaire, suivi par le transport routier (0,97 MteqCO_2) et le résidentiel (0,52 MteqCO_2).
Les énergies fossiles représentent 56 % des énergies consommées au sein de l'intercommunalité.

❖ **<u>Secteur résidentiel</u>**

Le mix énergétique en 2018 du secteur résidentiel pour la Normandie est schématisé ci-après.

Les énergies fossiles représentaient près de la moitié (45 %) des énergies consommées par ce secteur en Normandie.

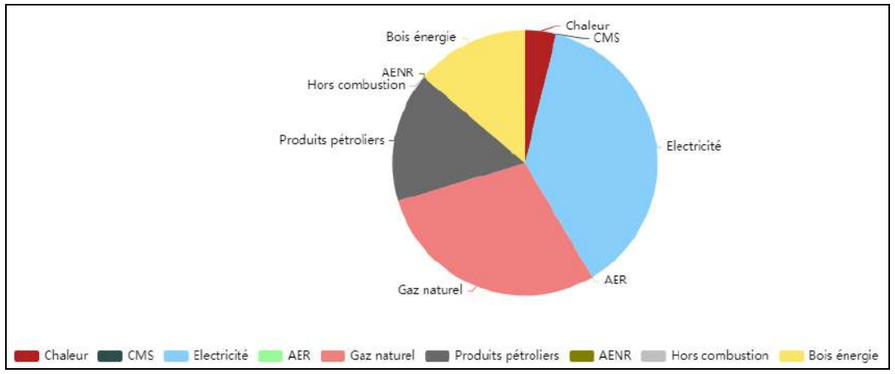


Figure 120 : Mix énergétique du secteur résidentiel en Normandie en 2018 (source : Open Data ORECAN**)**

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel en Normandie pour l'année 2018 sont de l'ordre de 4 281 789 tonnes équivalent CO_2 (4,3 MtCO_2e), soit 13,3 % des émissions régionales de GES. La répartition par type d'énergie est donnée sur le graphe suivant.

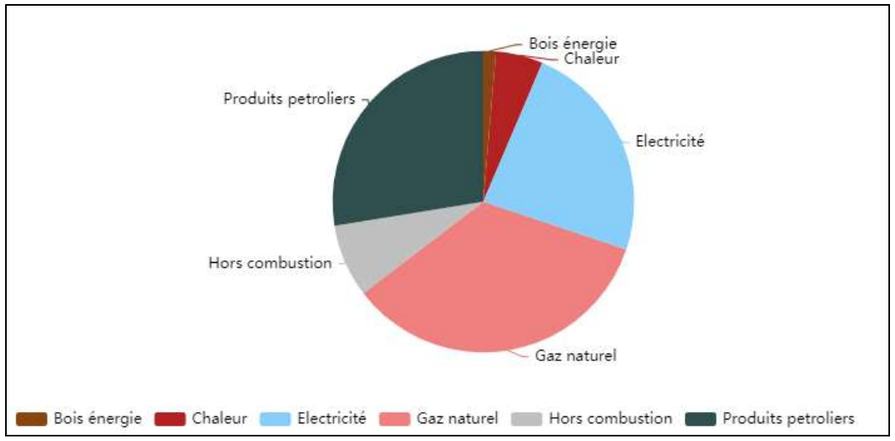


Figure 121 : Répartition par type d'énergie des émissions de GES du secteur résidentiel en Normandie en 2018 (source : Open Data ORECAN**)**

Les émissions directes et indirectes de GES sont liées à la consommation d'énergies, c'est pourquoi elles font apparaitre des émissions liées à l'électricité et aux réseaux de chaleur.
Le gaz naturel, les produits pétroliers et l'électricité représentent les principaux émetteurs de GES.

L'évolution des émissions de GES du secteur résidentiel en Normandie entre 2005 et 2018 est donnée sur l'histogramme ci-après.

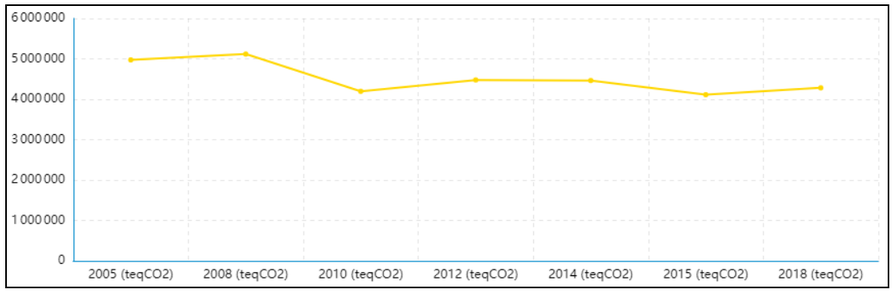


Figure 122 : Émissions totales de GES du secteur résidentiel en Normandie entre 2005 et 2018 (Source : Open Data ORECAN**)**

Une baisse de 14 % des émissions totales de GES est observée en 13 ans pour le secteur résidentiel en région Normandie.

Les graphiques suivants indiquent le mix énergétique du secteur résidentiel et la répartition des émissions de GES par énergie pour la Métropole Rouen Normandie, en 2018.

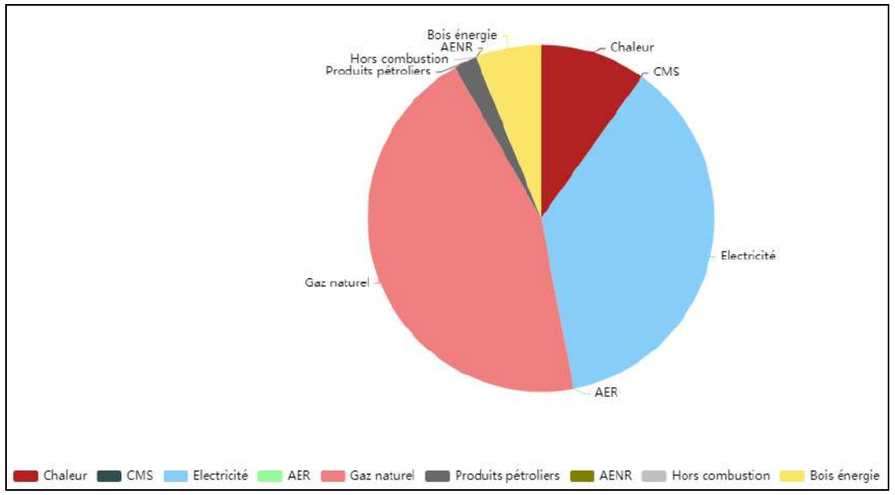


Figure 123 : Répartition de la consommation énergétique du secteur résidentiel en 2018 pour la Métropole Rouen Normandie (Source : Open Data ORECAN**)**

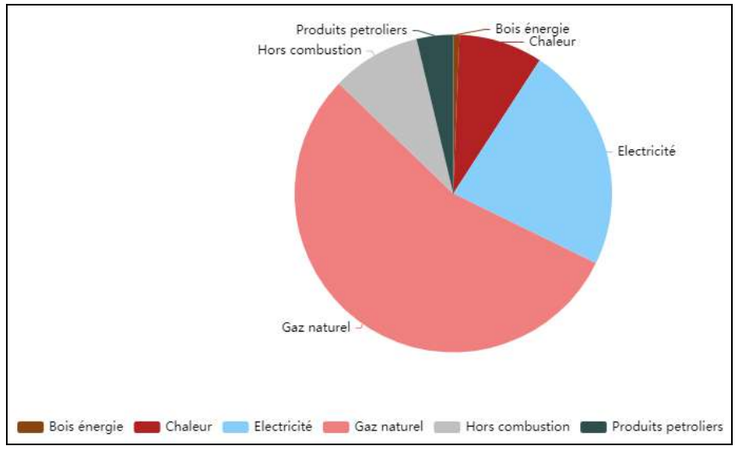


Figure 124 : Répartition par type d'énergie des émissions de GES du secteur résidentiel de la Métropole Rouen Normandie en 2018 (source : Open Data ORECAN**)**

Le gaz naturel et l'électricité sont les principales énergies consommées par le secteur résidentiel pour la Métropole Rouen Normandie et sont également les principales sources d'émissions de GES du secteur résidentiel.

❖ **Secteur tertiaire**

Les émissions de gaz à effet de serre du secteur tertiaire en Normandie pour l'année 2018 sont de l'ordre de 1 593 667 tonnes équivalent CO_2 (1,6 $MtCO_2e$), soit 4,9 % des émissions régionales de GES. La répartition par type d'énergie est donnée sur le graphe suivant.

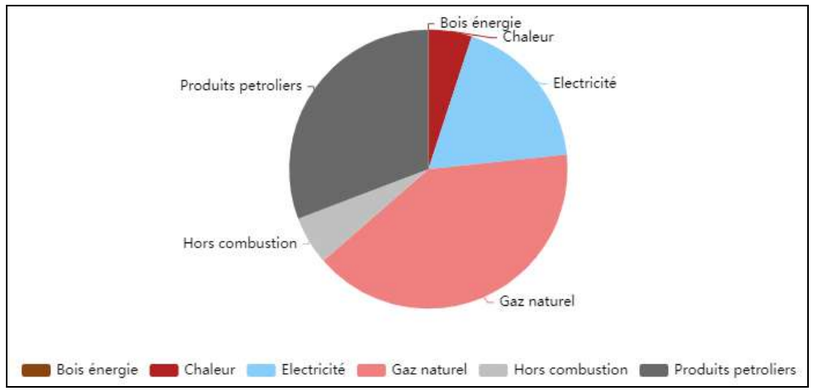


Figure 125 : Répartition par type d'énergie des émissions de GES du secteur tertiaire en Normandie en 2018 (source : Open Data ORECAN**)**

Le gaz naturel et les produits pétroliers sont les principales énergies contributrices aux émissions de GES du secteur tertiaire en région Normandie.

L'évolution des émissions de GES du secteur tertiaire en Normandie entre 2005 et 2018 est illustrée ci-après.

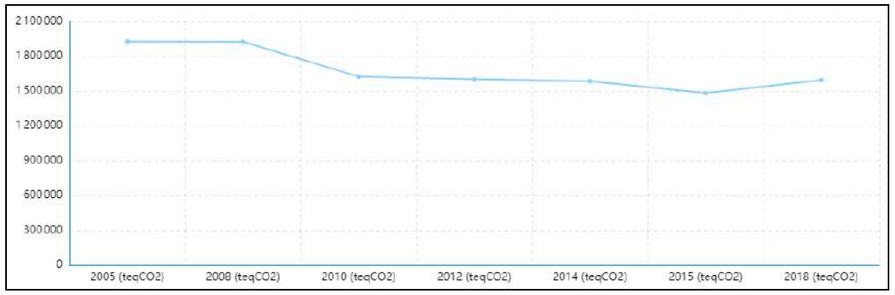


Figure 126 : Évolution des émissions totales de GES du secteur tertiaire en Normandie entre 2005 et 2018 (Source : Open Data ORECAN**)**

Une baisse de 17,3 % des émissions totales de GES est observée en 13 ans pour ce secteur en Normandie.

Le graphique suivant indique la répartition des émissions de GES par énergie pour le secteur tertiaire pour la Métropole Rouen Normandie, en 2018.

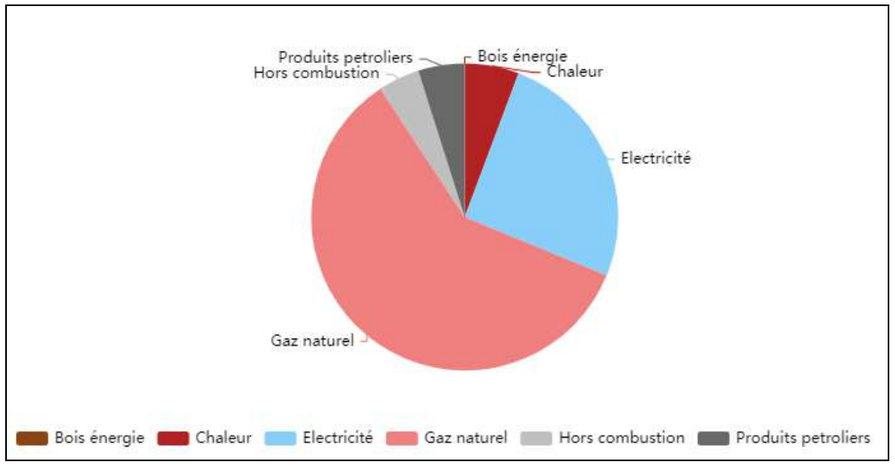


Figure 127 : Répartition par type d'énergie des émissions de GES du secteur tertiaire pour la Métropole Rouen Normandie en 2018 (source : Open Data ORECAN**)**

Le gaz naturel et l'électricité sont les principales énergies contributrices aux émissions de GES du secteur tertiaire pour la Métropole Rouen Normandie.

Note : Les données de consommations énergétiques du secteur tertiaire ne sont pas disponibles.

❖ **Transport routier**

Selon les inventaires du CITEPA[42], les émissions de GES en équivalent dioxyde de carbone du trafic routier sont dans l'ensemble en baisse après plusieurs années de faible hausse (cf. schéma ci-après).
Cette légère baisse s'explique par la dédiésélisation du parc de véhicules particuliers, conjuguée à la baisse des consommations moyennes par véhicule.

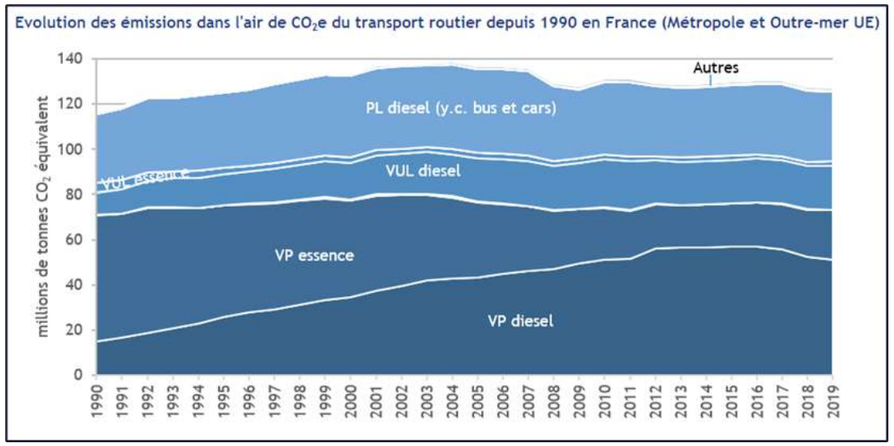


Figure 128: Évolution des émissions de GES en équivalent CO_2 du transport routier (Source : Citepa, avril 2021 - Format SECTEN**)**

Le diagramme suivant présente les émissions de GES par type de transports en France en 2019.
Il est possible d'observer que les véhicules particuliers sont les principaux émetteurs de GES, tous transports confondus.

[42] Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

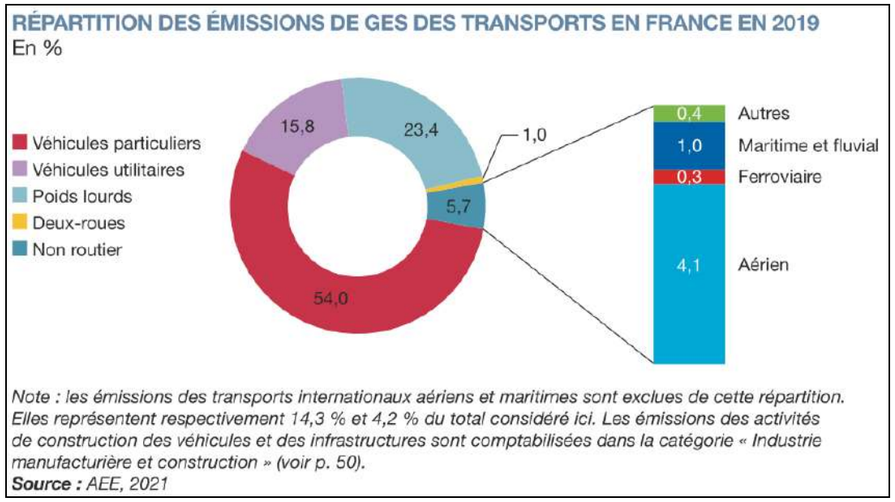


Figure 129 : Émissions de GES par type de transports en France (source : DataLAB Climat ; Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - édition 2022 ; Ministère de la Transition Écologique**)**

Selon l'ORECAN, le transport routier représentait 20,6 % des émissions de GES en Normandie en 2018 (soit 6,6 MteqCO_2).
Entre 2005 et 2018, les émissions de GES ont baissé de 10 % pour ce secteur dans la région (cf. figure suivante).

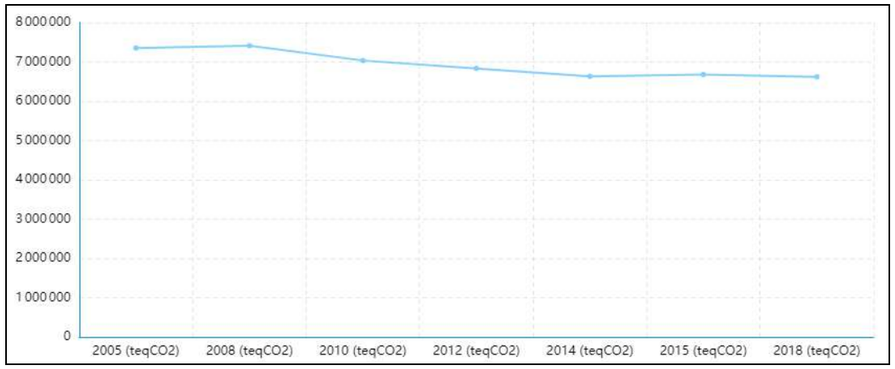


Figure 130 : Émissions de GES du transport routier en Normandie entre 2005 et 2018 (Source : Open Data ORECAN**)**

Les émissions de GES du transport routier pour la métropole Rouen Normandie en 2018/ étaient de 970 590 teqCO_2.

19.2. Émissions de GES sur le réseau d'étude

La quantification des **G**az à **E**ffet de **S**erre a été effectuée au moyen du logiciel COPERT pour les émissions engendrées par le trafic routier sur le réseau d'étude.

Pour mémoire, les émissions de gaz à effet de serre dépendent directement :

- Du type de véhicule (2R / VP / VUL / PL, essence/diesel, cylindrée) ;
- De la technologie du véhicule (conventionnel, euro 1 à 6) ;
- Des paramètres liés à la circulation (vitesse, pente, moteur froid etc.).

Les quantités des gaz à effet de serre émis par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 81: Quantité de GES produit par le trafic routier sur le réseau d'étude considéré

[kilo équivalent 100 ans CO_2/jour]	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
CO_2 [PRG = 1]	5 179,3	5 148,4	5 370,0	5 241,2
N_2O [PRG = 265]	84,4	72,5	75,8	66,2
CH_4 [PRG = 30]	1,5	1,2	1,2	1,3
TOTAL	**5 265,3**	**5 222,0**	**5 447,0**	**5 308,8**
PRG : pouvoir de réchauffement global – les PRG considérés sont ceux fournis par l'ADEME *via* le 5e rapport du GIEC de 2013[43]				

Les quantités de GES sont corrélées avec la tendance des consommations en carburant. Par rapport à la situation actuelle, sur le réseau d'étude, les émissions de GES diminuent en situation Fil de l'Eau 2028 (-0,8 %), et augmentent en situation projet 2028 (+3,5 %) et en situation cumulée 2035 (+0,8 %). Cela, en lien avec les variations des consommations énergétiques et le renouvellement du parc automobile compensant en partie la hausse des VK.

Sur le réseau d'étude, par rapport à la situation Fil de l'Eau 2028, l'exploitation du projet en 2028 va induire une hausse des émissions de GES de 4,3 % et la situation cumulée une hausse de +1,7 %.

[43] http://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?prg.htm

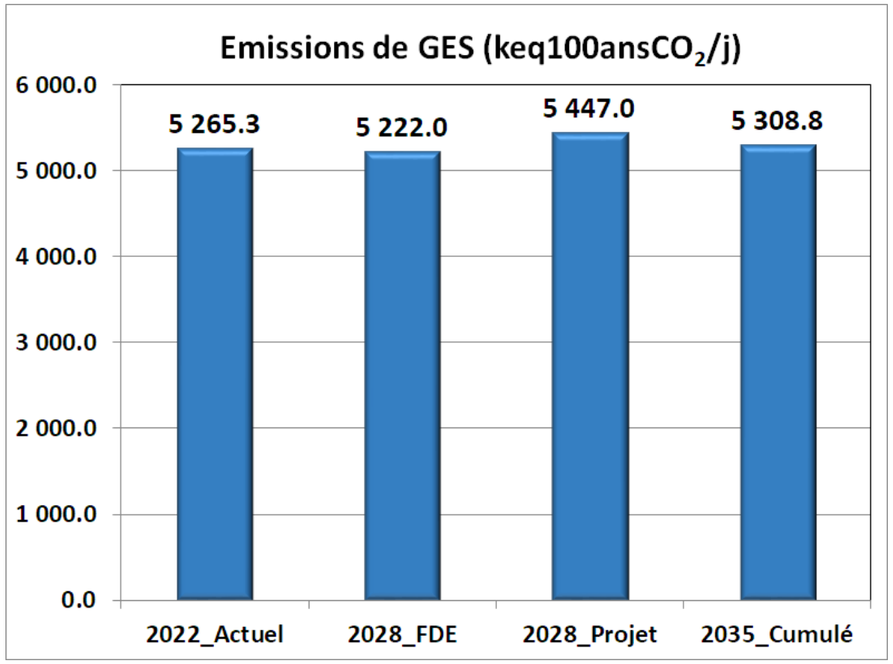


Figure 131: Émissions des gaz à effet de serre (kg équivalent 100 ans CO_2/jour) sur le réseau d'étude

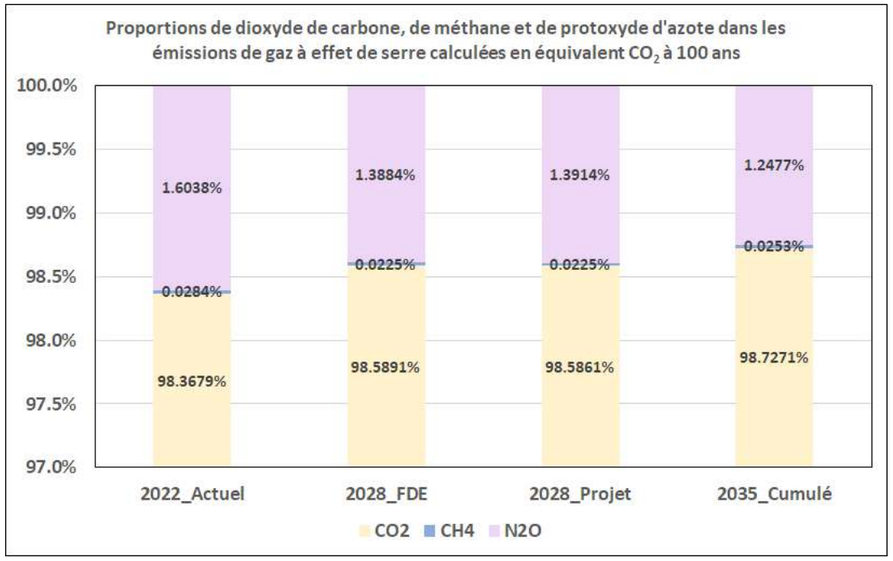


Figure 132: Proportions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans les émissions de GES calculées sur le réseau d'étude

Bien que le méthane et le protoxyde d'azote possèdent un PRG beaucoup plus important que celui du dioxyde de carbone, ces deux composés ne représentent qu'une faible partie des émissions (cf. figure suivante).

Le dioxyde de carbone provient de la combustion de combustibles fossiles.
Il est important de garder en mémoire que la réduction des émissions des gaz à effet de serre provenant du trafic routier passe par la décarbonation du parc roulant *via* le développement des véhicules électriques et/ou hybrides.

Les consommations en carburant sur le réseau d'étude diminuent en situation Fil de l'Eau 2028, et augmentent en situation projet 2028 et cumulée 2035, par rapport à la situation dite 'actuelle'.
Par rapport à la situation Fil de l'Eau 2028, la mise en place du projet à l'horizon 2028 ainsi que la situation cumulée 2035 induisent une augmentation des consommations en carburant sur le réseau d'étude.
En corollaire, les émissions de Gaz à Effet de Serre liées au trafic routier sur le réseau d'étude épousent la même trajectoire.
En comparaison au scénario Fil de l'Eau 2028, sur le réseau d'étude, la réalisation du projet engendre une évolution des émissions de GES de +4,3 % et la situation cumulée une variation de +1,7 %.

20. COÛTS COLLECTIFS DES GAZ À EFFET DE SERRE ET DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

20.1. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Le décret n°2003-767 a introduit, à propos des infrastructures de transport, un nouveau chapitre de l'étude d'impact concernant une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances induits pour la collectivité.
La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'Euro) l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfices du projet.

Dans une fiche-outils du 03/05/2019 (« *Valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique* »), le Ministère de l'Environnement recommande des valeurs tutélaires de la pollution atmosphérique. Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes, mais elles concernent néanmoins la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, interurbain, etc.), une valeur de l'impact - principalement sanitaire - de la pollution atmosphérique.

Tableau 82 : Classes de densité

Densité de population de la zone d'étude	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
Fourchette [hab/km²]	> 4 500	1 500 -4 500	450 -1 500	37 - 450	< 37
Densité moyenne [hab/km²]	6 750	2 250	750	250	25

Compte tenu de la densité de population moyenne de la zone d'étude (8 119 hab/km²), cette dernière est classifiée en tant que milieu urbain très dense.

Les valeurs à considérer pour l'évaluation des coûts de la pollution atmosphérique sont reportées dans le tableau immédiatement ci-après.

Tableau 83 : Coûts unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier (en €$_{2015}$ / 100 véhicules x km)

	Densité de population	URBAIN Très dense	URBAIN Dense	URBAIN	URBAIN Diffus	Inter URBAIN
	Valeurs tutélaires pour le transport routier (en €$_{2015}$ / 100 véhicules x km)					
Types de véhicule	**Véhicule Particulier**	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
	VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1
	VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
	VP GPL	3,7	1	0,4	0,3	0,1
	Véhicule Utilitaire Léger	19,8	5,6	2,4	2	1,7
	VUL diesel	20,2	5,7	2,5	2	1,8
	VUL essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
	PL Diesel	133	26,2	12,4	6,6	4,4
	Deux-roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
	Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

La fiche-outils précise qu'il est nécessaire d'actualiser ces valeurs suivant l'évolution du parc automobile et du PIB par rapport à la population.
Sur la région Normandie, l'évolution du PIB par habitant à retenir est de 0,9 % par an.

Au cours de la dernière décennie (2011-2021), l'inflation a été en moyenne de 0,96 % par an d'après l'INSEE. Cette valeur sera utilisée pour extrapoler les coûts à l'horizon futur.

L'application des valeurs recommandées et de leur règle d'évolution pour l'ensemble du trafic considéré conduit aux évaluations présentées dans le tableau (valeurs journalières et annuelles) et la figure ci-après.

Tableau 84 : Estimation des coûts de la pollution atmosphérique générée par le transport routier sur le réseau d'étude

Type de véhicules	2022 Actuel (en €$_{2022}$)	2028 Sans Projet (en €$_{2028}$)	2028 Projet (en €$_{2028}$)	2035 Cumulée (en €$_{2035}$)
Sur une journée				
VL	3 173 €	2 720 €	2 843 €	2 885 €
PL	500 €	450 €	450 €	417 €
Total	**3 673 €**	**3 170 €**	**3 293 €**	**3 302 €**
Sur l'ensemble de l'année				
VL	1 158 k€	996 k€	1 041 k€	1 053 k€
PL	182 k€	165 k€	165 k€	152 k€
Total	**1 341 k€**	**1 160 k€**	**1 205 k€**	**1 205 k€**

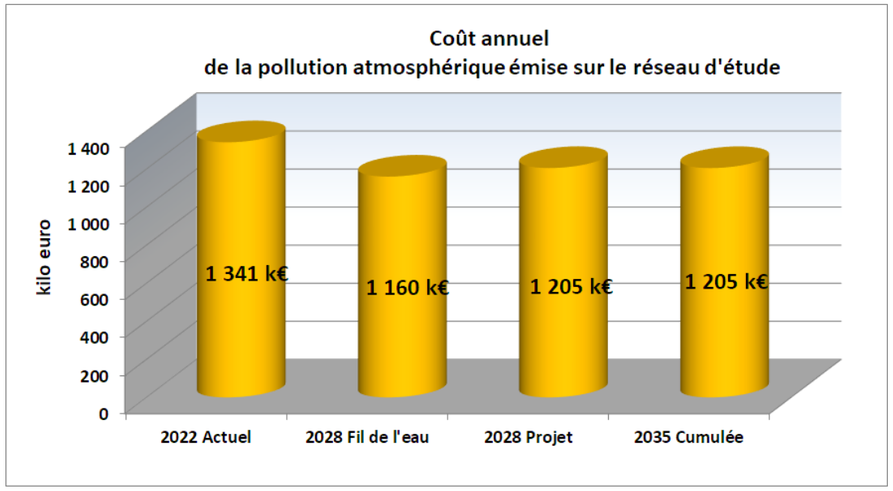


Figure 133 : Coût annuel de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude

Par rapport à la situation 'actuelle' 2022, le coût annuel de la pollution atmosphérique émise sur le réseau d'étude diminue pour les situations Fil de l'Eau 2028 (-13,5 %), projet 2028 (-10,1 %) et cumulée 2035 (-10,1 %).

L'exploitation du projet en 2028 ainsi que les effets cumulés en 2035 engendrent un faible surcoût de la pollution atmosphérique sur le réseau d'étude par rapport au scénario Fil de l'eau 2028 de 3,9 %.

Il est nécessaire de prendre en compte le fait que, à ce jour, lorsqu'elle est réalisée par les services instructeurs, l'estimation chiffrée des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique se base généralement sur les trafics sans retenir : ni la répartition spatiale de la population, ni les paramètres d'exposition.
Il devrait être possible d'affiner l'estimation des coûts sanitaires en s'intéressant à l'exposition de la population, dès lors que l'on se base sur le principe d'un lien de proportionnalité entre le coût sanitaire et l'Indice Pollution Population.
Diverses études sont actuellement menées sur cette thématique.

20.2. COÛTS LIÉS AUX ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Le coût social du carbone peut être considéré comme étant la valeur du préjudice qui découle de l'émission d'une tonne de CO_2.
La monétarisation des conséquences de l'augmentation de l'effet de serre a été déterminée par une approche dite « tutélaire », dans la mesure où la valeur monétaire recommandée ne découle pas directement de l'observation des prix de marché mais relève d'une décision de l'État, sur la base d'une évaluation concertée de l'engagement français et européen dans la lutte contre le changement climatique.

Selon le document de France Stratégie intitulé « *La valeur de l'action pour le climat* » de février 2019, les valeurs à considérer pour une tonne d'équivalent CO_2 émise sont de 54 $€_{2018}$ en 2018, de 250 $€_{2018}$ en 2030 et de 500 $€_{2018}$ en 2040.

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) a été réalisé à l'aide du logiciel COPERT **V**.
Le tableau ci-dessous fournit l'estimation des coûts des rejets de gaz à effet de serre pour tous les scénarios considérés.

Tableau 85 : Estimation des coûts des GES générés par le transport routier du réseau d'étude

	2022 Actuel (en $€_{2022}$)	2028 Sans Projet (en $€_{2028}$)	2028 Projet (en $€_{2028}$)	2035 Cumulée (en $€_{2035}$)
Sur une journée	653 €	1 249 €	1 303 €	2 344 €
Sur une année	**238 k€**	**457 k€**	**477 k€**	**855 k€**

Ces résultats sont illustrés ci-après, en valeur annuelle.

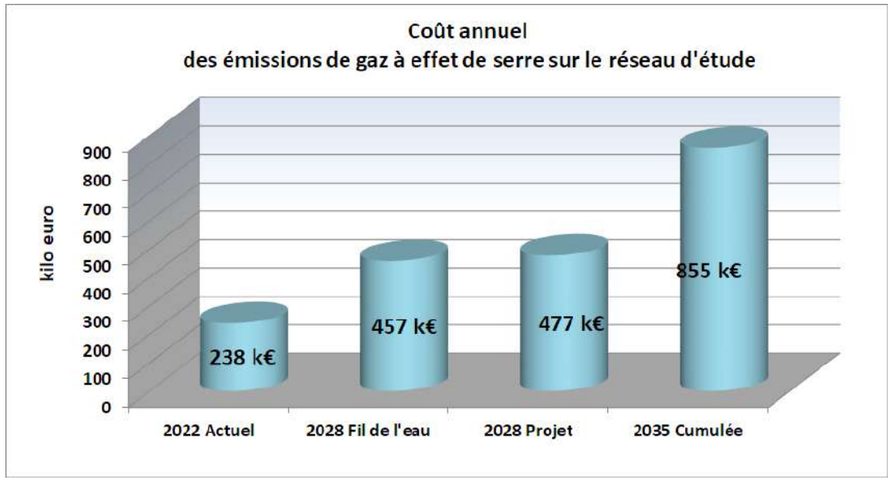


Figure 134 : Coût annuel des émissions de GES sur le réseau d'étude

Le coût des émissions de Gaz à Effet de Serre augmente de manière importante aux horizons futurs par rapport à la situation actuelle, en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée.
Par rapport au scénario Fil de l'Eau 2028, la mise en place du projet en 2028 engendre un surcoût des émissions de GES sur le réseau d'étude de 4,3 % et la situation cumulée un surcoût de 87,1 %.

21. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET DES GES SUR LA SANTÉ ET LE CLIMAT

21.1. EFFETS GÉNÉRAUX DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA SANTÉ

De nombreuses études épidémiologiques, dont celles pilotées par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), mettent en évidence une relation entre pollution de l'air et santé dans les grandes agglomérations. Le risque existe d'ailleurs à partir de faibles niveaux de pollution.
Également, il subsiste de fortes présomptions de relation synergique entre les allergènes, en particulier les pollens et les polluants atmosphériques.
En outre, les effets sanitaires de la pollution de l'air varient selon les individus.
Les sujets les plus sensibles sont ainsi :

- Les enfants, dont le système respiratoire en pleine évolution est davantage sensible aux agressions ;
- Les personnes âgées qui présentent des défenses immunitaires plus faibles et souvent des fragilités du système respiratoire et cardiovasculaire ;
- Les sujets atteints de troubles cardiovasculaires ou respiratoires (asthme, rhinite allergique, bronchite chronique) ;
- Les sujets en activité physique intense (sport ou travaux) qui respirent 5 à 15 fois plus qu'un individu au repos et s'exposent ainsi à des quantités supérieures de polluants.

Les gaz et particules émis lors de la combustion du carburant présentent individuellement pour l'homme un risque toxicologique qui est relativement connu pour la plupart d'entre eux. Cependant, afin de définir le risque toxicologique des émissions automobiles à l'égard de la santé humaine, il faut considérer un ensemble, c'est à dire étudier la composition chimique d'un mélange gaz/particules et analyser la toxicité, l'interaction et les synergies des éléments qui le composent. Les connaissances dans ce domaine sont moins développées.

Les paragraphes ci-dessous présentent les effets sanitaires des principaux polluants de l'air, à savoir : les oxydes d'azote [NOx], les particules [PM], le monoxyde de carbone [CO], les composés organiques volatils [COV], le benzène, le dioxyde de soufre [SO_2] le benzo(a)pyrène et les métaux lourds.

Les oxydes d'azotes (NOx)

Les principaux effets des oxydes d'azote sur la santé humaine se manifestent par une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire.
Les oxydes d'azote sont des gaz très irritants. Ils pénètrent profondément dans l'arbre bronchique entraînant toux, irritations, étouffements, sensibilisation des bronches aux infections microbiennes, changements fonctionnels (baisse de l'oxygénation)…
La relation entre les NOx et les descripteurs sanitaires (mortalité, morbidité…) est difficile à établir et à mettre en évidence car leur teneur est fortement corrélée avec celle des autres polluants.

Les particules (PM)

Les particules peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire (surtout chez l'enfant et les personnes sensibles).
Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.
Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM10) peuvent entrer dans les poumons mais sont retenues par les voies aériennes supérieures, tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 µm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Selon l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), les particules dites « ultra fines » (diamètre particulaire inférieur à 0,1 µm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.
La taille des particules et la profondeur de leur pénétration dans les poumons déterminent la vitesse d'élimination des particules. Sur un même laps de temps (24 heures), plus de 90 % des particules supérieures à 6 µm sont éliminées, alors que seulement moins de 30 % des particules inférieures à 1 µm le sont.
L'une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l'atmosphère (par exemple, des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures). Ainsi, les particules peuvent entraîner des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons).
Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s'observent même à des concentrations relativement basses.
Certaines particules ont aussi des propriétés mutagènes et cancérogènes (particules diesel).
En octobre 2013, le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé les particules issues des moteurs diesel comme étant cancérogènes pour l'homme (Groupe 1), sur la base d'indications suffisantes prouvant qu'une telle exposition est associée à un risque accru de cancer du poumon.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets aigus des particules :

- Les particules plus grandes que les PM10 n'ont, pour ainsi dire, aucun effet.
- Les particules grossières (différence massique estimée entre les PM10 et les PM2,5 ou entre les PM10 et les PM1), tout comme les particules fines (dont la masse estimée se situe à PM2,5 ou PM1) ou encore les particules ultrafines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.
- La fraction grossière des PM10 est plus fortement corrélée avec la toux, les crises d'asthme et la mortalité respiratoire, alors que les fractions fines ont une incidence plus forte sur les dysfonctionnements du rythme cardiaque ou sur l'augmentation de la mortalité cardio–vasculaire. Mais les effets des particules fines ne s'expliquent pas uniquement par ceux des particules ultrafines, pas plus que les effets des particules grossières ne s'expliquent par ceux des particules fines.
- Compte tenu des concentrations et des variations que l'on rencontre habituellement aujourd'hui, les fractions grossières, fines et ultrafines ont des effets de même importance.
- Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio–vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement ou très rapidement après l'exposition et que celui des particules fines et ultrafines l'est de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge). Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire fait davantage de victimes.
- Les personnes souffrant d'affections des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.
- Les effets ont été démontrés par des études épidémiologiques, toxicologiques et cliniques.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets chroniques des particules sur la santé :

- Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus ;
- Les études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM10, en PM2,5 ou en sulfates, et une mortalité ou une morbidité accrue ;
- Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel cancérogène ;
- Il n'existe pas (encore) d'étude concluante qui fasse la différence entre les effets chroniques des particules grossières, ceux des particules fines et ceux des particules ultrafines en matière de mortalité et de morbidité.

Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone provoque des hypoxies (baisse de l'oxygénation du sang) car il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. Il provoque également des céphalées, des troubles du comportement, des vomissements (c'est un neurotoxique), des troubles sensoriels (vertiges). C'est également un myocardiotoxique. En se fixant sur l'hémoglobine du sang, le monoxyde de carbone forme une molécule stable, la carboxyhémoglobine, entraînant une diminution de l'oxygénation cellulaire qui est nocive pour le système nerveux central, le cœur et les vaisseaux sanguins.

Les composés organiques volatils (COV)

Ces composés proviennent d'une mauvaise combustion des produits pétroliers (carburants) et de l'évaporation des carburants.
Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des yeux (aldéhydes), voire une diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des effets mutagènes et cancérigènes (comme le benzène).

Le benzène (C_6H_6)

Deux cas d'intoxication peuvent être observés : intoxication par ingestion et intoxication par inhalation.
L'intoxication par ingestion se caractérise par des troubles digestifs, des troubles neurologiques pouvant aller jusqu'au coma et une pneumopathie d'inhalation.
Notons qu'en application cutanée, le benzène est irritant.
Lors d'une intoxication par inhalation, on observe des symptômes neurologiques tels que des troubles de conscience, de l'ivresse, puis de la somnolence pouvant mener à un coma, des convulsions à très hautes doses.
Ces symptômes apparaissent à des concentrations variables selon les individus :

- À 25 ppm, pas d'effet ;
- De 50 à 100 ppm, apparaissent céphalées et asthénie ;
- À 500 ppm, les symptômes sont plus accentués ;
- A 3 000 ppm, la tolérance est seulement pendant 30 à 60 minutes ;
- A 20 000 ppm, la mort survient en 5 à 15 minutes.

Le dioxyde de soufre (SO_2)

Le dioxyde de soufre altère la fonction respiratoire de l'enfant et exacerbe les gênes respiratoires. De même, il trouble l'immunité du système respiratoire, abaisse le seuil de déclenchement chez le sujet asthmatique. C'est un cofacteur de la bronchite chronique.
Le dioxyde de soufre est un gaz très soluble. Il est ainsi absorbé à 85-99 % par les muqueuses du nez et du tractus respiratoire supérieur. Une faible fraction se fixe sur les particules carbonées et atteint donc les voies respiratoires inférieures. Il accentue l'intensité du bronchospasme chez les sujets asthmatiques.

Le plomb (Pb)

De manière générale, les métaux lourds ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme ce qui implique dans le long terme d'éventuelles propriétés cancérogènes.
Le plomb est un toxique neurologique, rénal et sanguin.
On distingue deux types d'intoxication au plomb : intoxication après inhalation (poussières ou fumées) ou intoxication par ingestion (régurgitation ou problème d'hygiène cutanée).

Le cadmium (Cd)

Le cadmium est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain. Les deux principales voies d'absorption sont l'inhalation et l'ingestion. Il peut provoquer des lésions des voies respiratoires et du rein. Les composés de cadmium sont également cancérigènes.

L'arsenic (As)

La grande majorité des informations disponibles, relatives à l'exposition par inhalation à l'arsenic, provient de situations professionnelles (fonderies, mines ou usines de produits chimiques) et rapporte des effets principalement au niveau de :

- L'appareil respiratoire (emphysème, pneumoconiose) ;
- Système cardiovasculaire (maladie de Raynaud) ;
- La peau (hyperkératose et hyperpigmentation) ;
- Système nerveux périphérique (neuropathies, diminution de la conduction nerveuse).

Le nickel (Ni)

Les études chez l'Homme (et l'animal) indiquent que le système respiratoire est la cible principale de la toxicité du nickel par inhalation. Une augmentation de l'incidence des décès par pathologie respiratoire a été trouvée chez des travailleurs exposés chroniquement au nickel. Les effets respiratoires étaient de type bronchite chronique, emphysème et diminution de la capacité vitale.

Le benzo(a)pyrène (BaP)

Les études rapportées dans la littérature ne permettent pas de conclure quant au caractère cancérogène du benzo[a]pyrène à lui seul chez l'homme. Les études chez l'animal indiquent que le benzo[a]pyrène induit des tumeurs chez de nombreuses espèces animales par les trois voies d'exposition possibles : pulmonaire, orale et cutanée. Les effets rapports correspondent, une action à la fois locale et systémique.

21.2. CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Identiquement à l'échelle mondiale, l'évolution des températures moyennes annuelles en France métropolitaine montre un net réchauffement depuis l'année 1900.
Ce réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980 (figure suivante).

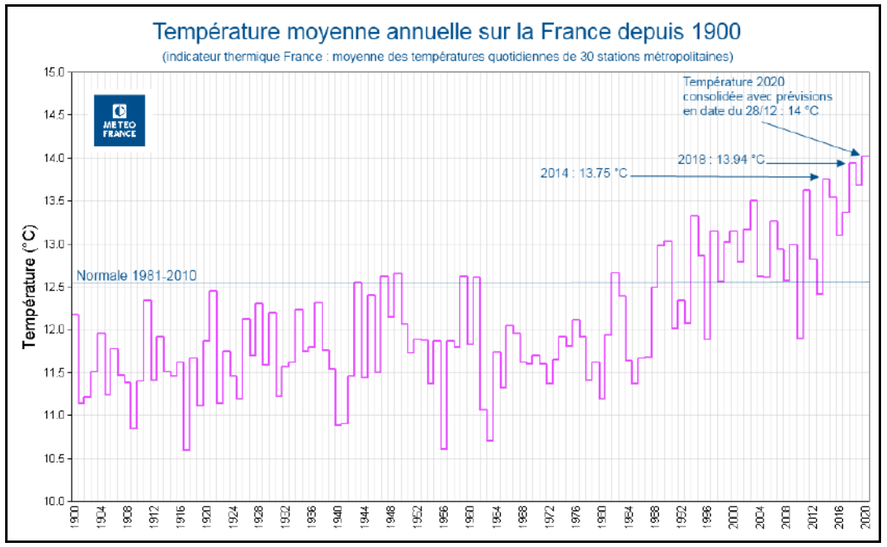


Figure 135 : Évolution des températures moyennes annuelles en France depuis 1900 (Source : Météo France**)**

Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ + 0,3°C par décennie. En 2020, la température moyenne annuelle de 14°C a dépassé la normale (référence 1961-1990) de 2,3°C, plaçant cette année-là au premier rang des années les plus chaudes observées en France métropolitaine depuis 1900, devant 2018 (13,9°C).

Selon Météo France, parmi les 10 années les plus chaudes depuis 1900, 9 appartiennent au XXIe siècle (2020, 2018, 2014, 2019, 2011, 2003, 2015, 2017 et 2006) dont 7 appartenant à la dernière décennie.

L'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, l'étendue, la durée et le moment d'apparition des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Les vagues de chaleur recensées depuis 1947 à l'échelle nationale ont été deux fois plus nombreuses au cours des 34 dernières années que sur la période antérieure.
Cette évolution se matérialise aussi par l'occurrence d'événements plus forts (durée, intensité globale) au cours des dernières années.
En France, selon le scénario intermédiaire du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], le nombre de jours anormalement chauds devrait augmenter dans le futur, avec vraisemblablement plus de 100 jours supplémentaires par an à l'horizon 2100.
Le sud et l'est de la France seraient les régions les plus affectées par ces changements. Cependant, la région Hauts-de-France, par exemple, a elle aussi connu une canicule l'été 2020.

21.3. IMPACTS DIRECTS DES CANICULES ET DES FORTES CHALEURS SUR LA SANTÉ

En France, depuis 2015, chaque été a présenté un épisode caniculaire remarquable, faisant suite à ceux de 2006 et 2003 pour le 21e siècle à l'exception de l'été 2021 qui n'a pas présenté de tel épisode et a été le plus frais depuis 2014.

En effet, l'été 2021 a été marqué par une vague de chaleur de faible intensité dans le sud-est du pays et quelques dépassements des seuils d'alerte localisés et de courte durée. Au total, 9 départements (soit 12 % de la population métropolitaine résidente) ont été concernés par des vagues de chaleur d'une durée moyenne de 4 jours.
La vague de chaleur d'août s'est produite du 10 au 16 août 2021 en Auvergne-Rhône-Alpes (Drôme, Isère et Rhône) et Provence-Alpes-Côte-D'azur (Alpes-de-Haute-Provence, Alpes-Maritimes, Vaucluse). Les autres départements concernés par des canicules localisées étaient dans le Grand Est (Bas-Rhin : 17-19 juin) et en Occitanie (Pyrénées-Orientales : 13-15 juin, Gard : 19-21 juillet). En parallèle, 43 % de la population de France métropolitaine résidente n'a pas connu de vigilance canicule jaune, orange ou rouge.

Les paragraphes suivants exposent les données sanitaires des vagues de chaleur de l'été 2020, année pour laquelle la région Normandie a été touchée.

En France métropolitaine[44], l'été 2020 s'est traduit par le déclenchement, pour le deuxième été depuis la mise en place du Plan National Canicule, de vigilances 'rouge canicule'. Pour la 2e année consécutive, les régions du Nord de la France ont été particulièrement touchées par la chaleur. L'été 2020 a été marqué par trois vagues de chaleur, dont une très étendue et particulièrement sévère dans le Nord de la France. La caractéristique remarquable de cet été réside dans les températures nocturnes élevées, dépassant des records dans certains départements.
Les 3 vagues de chaleur se sont étendues du 26 juillet au 03 août, du 7 au 13 août et du 19 août au 21 août 2020.
La planche suivante présente les caractéristiques de ces épisodes.

L'étendue géographique a été notable, puisque durant l'été 2020, potentiellement plus de 50 millions de personnes domiciliées dans les 73 départements touchés ont été exposées au moins un jour à des températures dépassant les seuils d'alerte, ce qui représenterait 77 % de la population.

Dates	Régions concernées	Nombre de départements	Durée moyenne par département (jours)	% de la population métropolitaine touchée
26/07 – 03/08	Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-France-Comté, Centre-Val de Loire, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Provence-Alpes-Côte-D'azur	22	4,2	18,8 %
07/08 – 13/08	Toutes les régions métropolitaines à l'exception de la Bretagne et la Corse	64	5,1	71,1 %
19/08 – 21/08	Auvergne-Rhône-Alpes et Bourgogne-Franche-Comté	5	3	6,0 %

Figure 136 : Caractéristiques des différentes vagues de chaleur de l'été 2020 en France métropolitaine (source : Santé Publique France**)**

Plusieurs pics de pollution à l'ozone concomitants à ces vagues de chaleur ont été observés notamment dans les régions Auvergne-Rhône-Alpes, Grand Est, Hauts-de-France, Île-de-France, **Normandie** et Provence-Alpes-Côte-d'Azur, qui ont été placées en dispositif d'alerte et de recommandations.

La région Normandie, durant l'été 2020, a été concernée par une vague de chaleur en juillet et par un épisode caniculaire en aout.

- Le 30 juillet, les départements de l'Eure, de la Manche et de la Seine-Maritime ont été placés en vigilance jaune par les prévisionnistes de Météo-France. Les autres départements de la région étaient restés en vigilance verte durant cet épisode. Le samedi 31 juillet a été la journée la plus chaude de cet épisode de fortes chaleurs

[44] Bulletin de Santé Publique Normandie. Été 2020. Canicule et Santé. Santé Publique France, septembre 2020.

en Normandie avec des températures maximales qui ont dépassé 38°C. La vigilance canicule a été levée pour l'ensemble des normands concernés le 1er août.

- Le 5 août, les départements de l'Eure et de la Seine-Maritime ont été placés en vigilance jaune par les prévisionnistes de Météo-France. Le lendemain, ces deux départements ainsi que la Manche étaient placés en vigilance orange, le Calvados et l'Orne en vigilance jaune. Du 7 au 11 août, les départements de l'Eure et de la Seine-Maritime ont été placés en vigilance rouge. La vigilance canicule a été levée pour l'Orne le 12 août, tandis que les autres départements étaient placés en vigilance jaune. Le 13 août tous les départements normands étaient en vigilance verte.

En termes d'exposition pour la France métropolitaine, l'été 2020 reste moins intense que l'été précédent, les records de 2019 n'ayant pas été dépassés.
En revanche, il apparaît **plus sévère** que **2019** dans les Hauts-de-France, en Île-de-France et en **Normandie**, car plus durable et caractérisé par des températures nocturnes élevées (cf. graphe suivant).

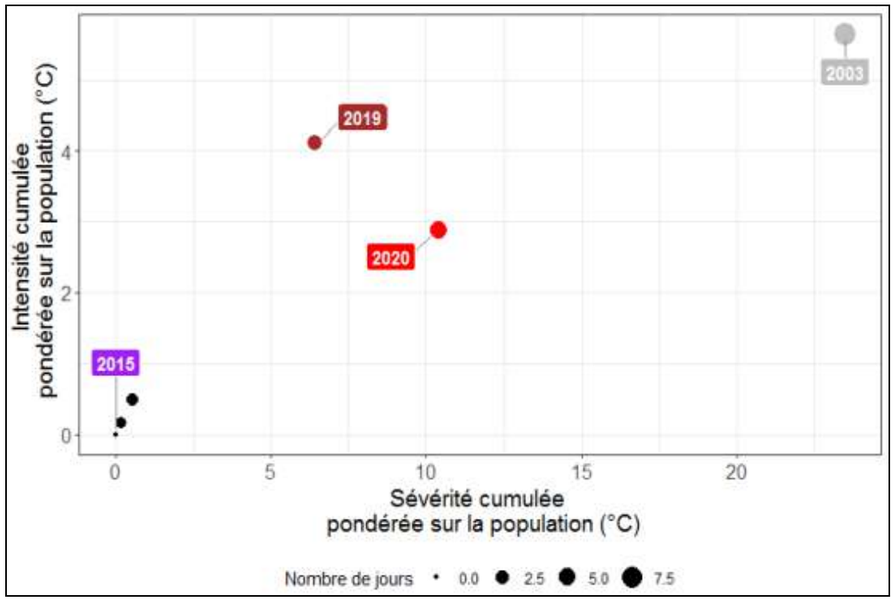


Figure 137 : Caractéristiques de l'exposition à la chaleur pour l 'été 2020 par rapport aux autres vagues de chaleur survenues en Normandie depuis 1999 (croisement données de température et de population) (Source : Santé Publique France**)**

En région Normandie, l'impact de la canicule sur la santé entre le 1er juin et le 15 septembre 2020 a été le suivant :

- 600 passages aux urgences et 149 actes SOS Médecins pour l'indicateur iCanicule ont été enregistrés en Normandie, soit 0,3 % de l'activité toutes causes codées. Les deux sources de données ont montré une dynamique temporelle comparable avec un pic plus important correspondant à la période de dépassement des seuils biométéorologiques en aout.

Plus précisément, concernant l'épisode de canicule du 07 au 16 août (rajout de 3 jours après la fin de la période de canicule pour prendre en compte les effets différés) :

- 127 passages aux urgences hospitalières et 63 actes SOS Médecins pour iCanicule. Ces recours aux soins représentaient respectivement 0,6 % et 1,4 % de l'activité toutes causes codées alors qu'elle fluctuait respectivement de 0,0 % à 0,9 % et de 0,0 % à 1,7% chaque jour en dehors des jours de dépassement des seuils d'alerte. Le pic d'activité a eu lieu le 9 août pour les urgences hospitalières (1,2 %) et le 08 août pour les associations SOS Médecins (2,7 %).
- Si toutes les classes d'âge ont été concernées, les passages aux urgences pour iCanicule ont été observés plus particulièrement chez les personnes de plus de 75 ans (47,6 % des cas). Les actes SOS Médecins pour iCanicule ont concerné les adultes de 15 à 74 ans (63,9 % des actes).
- Parmi les passages aux urgences pour iCanicule, 55 (soit 43,3 %) ont donné lieu à une hospitalisation. Les taux d'hospitalisation différaient selon les tranches d'âges : 61,7 % des personnes âgées de 75 ans et plus, 30,2 % des 15-74 ans et 7,7 % des moins de 15 ans. Ces hospitalisations ont représenté 1,5 % de l'ensemble des hospitalisations toutes causes codées après un passage aux urgences, avec un pic atteignant 2,4 % le 9 août.

Les planches suivantes présentent la sévérité (cumul des valeurs maximales de dépassement des températures observées par rapport aux températures d'alerte sur la période de survenue) de la vague de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte entre le 07/08 et le 16/08/2020.

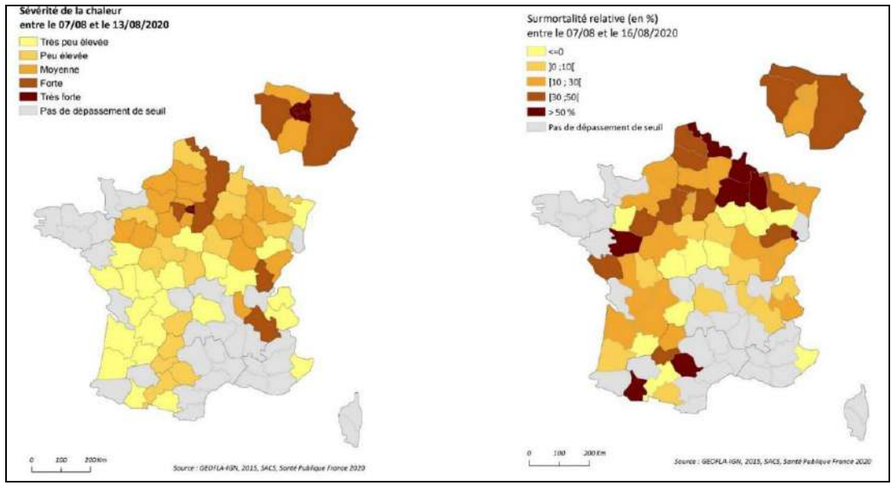


Figure 138 : Sévérité de la vague de chaleur et surmortalité relative (% de décès en excès) par département pour les jours de dépassement des seuils d'alerte entre le 07/08 et le 16/08/2020, France métropolitaine [Santé Publique France**]**

Les 15 départements ayant connu une vigilance rouge au cours de l'été 2020 en France métropolitaine totalisent 1 029 décès en excès (+ 30,7 %), soit plus de la moitié des décès en excès pour l'été 2020. La moitié de ces décès en excès enregistrés dans les départements ayant connu une vigilance rouge sont localisés dans les Hauts-de-France. Les régions Auvergne-Rhône Alpes et Île-de-France contribuent fortement au nombre de décès en excès avec respectivement 212 et 354 décès en excès.

Tableau 86 : Répartition des décès en excès pendant les canicules d'août 2020 par tranches d'âge sur les périodes de dépassement effectif des seuils d'alerte et mortalité relative – Normandie [Source : Santé Publique France**]**

	Effectif sur la période de canicule		% Relatif	
	Estimation moyenne	[min : max]	Estimation moyenne	[min : max]
Moins de 15 ans	-1	[-2,7 : -0,02]	-20,2 %	[-43,8 : -0,6]
15-44 ans	1	[-0,3 : 1,7]	8,5 %	[-2,3 : 17,0]
45-64 ans	7	[-3,4 : 16,6]	12,2 %	[-4,9 : 32,6]
65-74 ans	42	[33,2 : 48,4]	53,6 %	[38,3 : 67,9]
Plus de 75 ans	80	[67,3 : 92,0]	25,7 %	[20,8 : 30,8]
Tous âges	129	[111 : 147]	27,8 %	[23,0: 32,9]

En Normandie, durant l'été 2020, sur les périodes de dépassement effectif des seuils départementaux, l'impact sanitaire est le suivant :

- 129 [111 ; 147] décès en excès ont été observés, soit une surmortalité relative de +27,8%. Un excès de mortalité a été observé pour les 3 départements qui ont connu un dépassement de seuil (25 % dans l'Eure, 26 % dans l'Orne et 29 % en Seine-Maritime).
- Les personnes âgées de 75 ans et plus ont représenté la majorité des décès en excès (80 décès) durant l'épisode.
- La surmortalité relative chez les 65-74 ans a été la plus élevée (+54 %).

Les impacts sanitaires de la chaleur ainsi observés pour la région Normandie ne se sont pas limités à ces seules périodes puisque plus des deux-tiers des passages aux urgences et des actes SOS Médecins ont été observés en dehors de la canicule.

Néanmoins, au niveau de la France métropolitaine, ces épisodes 2020 sont loin du bilan de la canicule de 2003. Le bilan national de ces épisodes de canicule est, sur les périodes de dépassement effectif des seuils départementaux, en moyenne de 1 924 [1 484 ; 2 387] décès en excès dans les départements concernés. Cela représente une surmortalité moyenne de 18,2 % [13,5% ; 23,7 %].
Pour comparaison, en 2003, l'estimation de la surmortalité nationale liée à la canicule d'août, a été d'environ 14 800 décès supplémentaires par rapport à la mortalité habituelle de cette période de l'année.
Lors de la canicule de 2003, les températures moyennes journalières ont atteint 29°C à Rouen.

Selon les scénarios du GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] la hausse attendue des températures d'ici la fin du siècle pourrait atteindre 5,7°C en période estivale. Le nombre de jours chauds devrait également augmenter. Dans ce contexte, l'exposition aux épisodes de canicule pourrait croître de façon significative.

La figure suivante fait état des vagues de chaleur en fonction de leur durée, en France entre l'année 1947 et 2020.

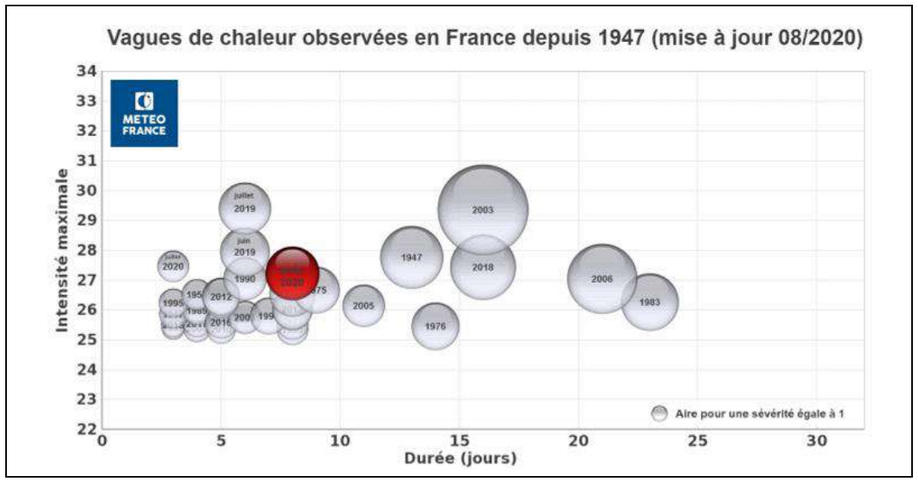


Figure 139 : Vagues de chaleur recensées en France sur la période 1947- 2020 (source : météo France**)**

43 vagues de chaleurs sont recensées à l'échelle de la France depuis 1947 :

- 4 avant 1960 ;
- 4 épisodes entre 1960 et 1980 ;
- 9 épisodes entre 1980 et 2000 ;
- 26 épisodes depuis 2000.

Il y a eu autant de vague de chaleur avant 2005 qu'entre 2005 et 2020.

Alors qu'on comptait en moyenne moins de 5 jours de vagues de chaleur[45] sur la période 1976-2005, on estime qu'il y a 3 chances sur 4[46] pour que ce nombre augmente au moins de 5 à 10 jours supplémentaires dans le sud-est et de 0 à 5 ailleurs, à l'horizon 2021-2050.
Le contrôle des émissions de gaz à effet de serre déterminera leur stabilisation dans la seconde moitié du XXIe siècle.
Ainsi, on estime aussi que ce nombre n'augmenterait que faiblement au cours de la deuxième moitié du XXIe siècle dans un scénario avec politique climatique qui conduirait à stabiliser le réchauffement climatique avant la fin du siècle.
En revanche, sans politique climatique, le nombre de jours de vagues de chaleur augmentera drastiquement par rapport à la période 1976-2005 (figure suivante).

[45] Les vagues de chaleur sont définies ici comme 5 jours consécutifs avec une température maximale supérieure de 5 degrés à la normale 1976-2005, selon le rapport sur les scénarios climatiques pour la France
[46] Rapport "Le climat de la France au 21e siècle" « Scénarios régionalisés édition 2014 » publié par le ministère de l'Écologie

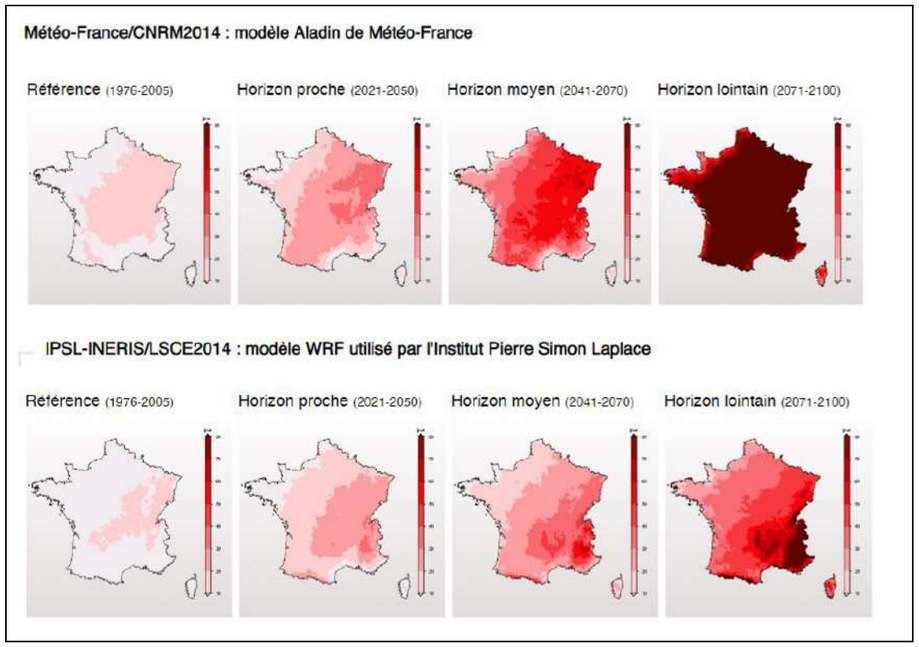


Figure 140 : Évolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France par an selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique) et les modèles Aladin de Météo-France (en haut) et WRF de l'IPSL (en bas) ; échelle graduée de 10 à 80 jours (source : http://www.drias-climat.fr**)**

Au-delà de l'exposition aux épisodes de canicule, les aménagements urbains actuels favorisent le phénomène d'îlots de chaleur dans les zones urbaines et périurbaines, augmentant de ce fait la sensibilité des populations aux canicules**.**

La vulnérabilité actuelle de la population est forte. Cela s'explique par différents facteurs :

- **Démographique** : les personnes âgées étant les plus vulnérables ;
- **Sociale** : les personnes fragilisées sur le plan économique ou social (isolement, etc.) sont particulièrement sensibles ;
- **Économique** : la canicule a également un impact sur le rythme de vie et la santé au travail ;
- **Culturel** : la faible culture du risque « chaleur » (sauf régions du sud de la France) ;
- **Organisationnel** : l'accessibilité aux soins et la performance opérationnelle du plan canicule constituent un facteur de vulnérabilité non négligeable.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 a révélé cette forte vulnérabilité, comme en témoigne l'importance de son coût humain.

En sus de l'augmentation significative de l'exposition de l'Île-de-France aux canicules, un scénario plausible de l'augmentation de leur fréquence pourrait accroître la fragilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.

La vulnérabilité future, déjà forte aujourd'hui, dépendra de plusieurs facteurs, c'est-à-dire la capacité à :

- Réduire la fragilité des populations âgées et/ou dépendantes, dont le nombre augmentera significativement en Île-de-France (vieillissement de la population) dans un contexte de solidarité familiale incertain. Cette tendance lourde induit la nécessité d'augmenter l'offre d'aidants, aussi bien à domicile qu'en établissement, afin de répondre aux besoins des futures personnes dépendantes et de réduire leur faiblesse future ;
- Réduire l'augmentation tendancielle des inégalités sociales (notamment pour la population âgée de 60 ans ou plus) constitue un facteur non négligeable, notamment en matière d'accès à un logement adapté et de dépenses pour l'accès aux soins ;
- Adapter le rythme de travail lors des périodes de fortes chaleurs ;
- Maintenir la robustesse du système d'alerte et de gestion de crise, dans un contexte d'augmentation de la fréquence de ces épisodes, via la mise en place d'un système préventif performant en amont des crises pour éviter l'engorgement des services d'urgence ;
- Apporter des réponses en matière d'aménagement (qui dépend de la prise en compte du changement climatique dans les aménagements : bâti, présence de la nature en ville, inégalités territoriales, etc.).

Les épisodes caniculaires peuvent être accompagnés de pics de pollutions à l'ozone, dont l'impact sur la santé humaine se traduit par une infection des muqueuses respiratoires et oculaires, notamment chez les personnes fragiles (enfants en bas âge et personnes âgées).
Des liens entre la concentration en ozone et la surmortalité ont été établis : sur la période 1996-2003 en agrégeant les résultats obtenus pour 9 villes françaises, l'association correspond à une hausse de 1,01 % du risque de mortalité pour une augmentation de 10 µg/m^3 de la concentration en ozone. Cependant, sur la période de la canicule de 2003, les excès de mortalité attribués à la température ou à l'ozone sont très disparates selon les villes. De même, la contribution de l'ozone à cet excès varie très fortement, allant de moins de 3 % à Bordeaux, à plus de 85 % à Toulouse[47].
Néanmoins, les résultats confirment l'impact non négligeable sur la santé publique de la concentration d'ozone en zone urbaine.

[47] Relation entre température, ozone et mortalité dans neuf villes françaises pendant la vague de chaleur de 2003 – Analyse commentée de l'article paru dans Environ Health Perspect. 2006 ; 114 :1344-47

La vulnérabilité actuelle aux pics de pollution à l'ozone peut donc être qualifiée d'élevée en fonction des zones géographiques.
L'augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l'intensité des canicules pourrait entraîner une augmentation de la pollution à l'ozone. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l'air permettent d'ores et déjà de réduire les émissions de polluants.
Le vieillissement de la population et l'augmentation possible des populations allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes exposées à cette pollution. Quoi qu'il en soit, il demeure complexe de prévoir l'évolution de la pollution atmosphérique future, ne serait-ce qu'au regard des politiques menées aujourd'hui quant à l'amélioration de la qualité de l'air et l'atténuation du changement climatique.

21.4. Impacts du changement climatique et de la pollution atmosphérique sur les maladies allergiques

Les allergies respiratoires concernent 1 Français sur 4[48] et les allergies aux pollens concernent aujourd'hui 1 Français sur 6. Les habitants des zones urbaines y sont particulièrement sensibles.
Les chercheurs ont déjà pu observer des effets liés au réchauffement, tels qu'une augmentation de la période d'exposition aux pollens, liée à une pollinisation plus précoce pour certaines espèces, à un allongement de la période de pollinisation et à une modification de la répartition des végétaux sur le territoire. En outre, l'accentuation de la pollution atmosphérique stresse les plantes qui, en réaction, se mettent à produire davantage de pollens.
Les études épidémiologiques récentes laissent voir une augmentation de la fréquence de l'allergie pollinique, peut-être induite par la pollution atmosphérique. La pollinose se développerait par augmentation de l'agressivité des pollens sous l'influence des polluants atmosphériques. La pollution agit de plus en plus sur les voies respiratoires en les fragilisant et en les rendant plus réceptives aux pollens.

La pollution atmosphérique stimule les effets des pollens :

- Elle rend les pollens plus allergènes ;
- La sensibilité des individus aux pollens augmente lors des épisodes de pollution ;
- Elle peut contribuer à l'accroissement de la période de pollinisation.

[48] Surveillance des pollens et des moisissures dans l'air ambiant – 2019 ; APSF/RNSA/AtmoFrance

En Normandie, la saison pollinique s'étale de février à septembre (figure suivante).

Figure 141 : Calendrier pollinique 2020 issu des mesures de pollens en Normandie (source : RNSA[49]**)**

Avec le changement climatique, la période de pollinisation pourrait s'allonger davantage.
La concentration atmosphérique en grains de pollen pourrait également s'accroître.
Les professionnels de santé s'attendent dès lors à une hausse du nombre de pathologies, sans qu'il soit possible d'en évaluer l'ampleur : l'Observatoire Régional de la Santé (ORS) porte actuellement un programme de recherche sur le sujet.

La vulnérabilité future des populations est susceptible d'évoluer à la hausse.
Cette vulnérabilité, en milieu urbain, sera notamment fonction du choix des espèces dans le cadre des politiques de végétalisation. L'enjeu majeur consiste à éviter l'aggravation des allergies vers des pathologies plus lourdes, comme l'asthme.

Le tableau immédiatement suivant rappelle les principaux pollens allergisants.

Tableau 87: Principaux pollens allergisants

Potentiel allergisant (0 = nul ; 5 = très fort)								
Arbres								
Cyprès	**Bouleau**	**Chêne**	**Charme**	**Frêne**	**Platane**	**Peuplier**	**Saule**	**Noisetier**
5	5	4	4	4	4	3	3	3
Hêtre	**Olivier**	**Tilleul**	**Aulne**	**Mûrier**	**Châtaignier**	**Orme**	**Pin**	
3	3	3	3	3	2	1	0	
Herbacées								
Graminées (1)	**Ambroisie**	**Armoise**	**Pariétaire**	**Chénopode**	**Plantain**	**Oseille**	**Ortie**	
5	5	4	4	3	3	2	1	

(1) phléole, ivraie, dactyle, paturin

[49] https://www.pollens.fr/docs/brochure.pdf (Site du Réseau National de Surveillance Aérobiologique)

Le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) fournit un guide de la végétation en ville afin de planter en se prévenant des risques allergiques et permettre une reconnaissance des espèces allergisantes[50].

21.5. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES

Toujours à cause du changement climatique, l'exposition aux risques sanitaires liés aux maladies infectieuses et vectorielles pourrait augmenter.
Entre autres, l'augmentation des températures moyennes pourrait en effet créer des conditions favorables à leur implantation et/ou à leur développement.
Le développement de maladies infectieuses dans le cadre d'un évènement de crue extrême est aussi un risque à envisager. Pour ce qui concerne la vulnérabilité future à ces risques sanitaires, elle reste difficile à évaluer. Cela dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la capacité régionale d'alerte et de gestion de crise dans le cas d'une épizootie/épidémie, ainsi que des moyens mis en œuvre pour contrôler le développement éventuel d'habitats favorables au développement ou à l'implantation des micro-organismes infectieux ou parasitaires.

Le changement climatique peut impacter la distribution de maladies infectieuses et vectorielles de diverses manières, notamment[51] :

- Directement, en termes de développement du vecteur et/ou du parasite ;
- Indirectement, en termes de distribution et d'abondance des vecteurs ;
- Indirectement, à travers des modifications d'ordre socio-économiques susceptibles de modifier le contact homme-vecteur ;
- Indirectement ; à travers la modification de la composition des espèces végétales (biotope) et animales (hôtes, réservoirs).

Par exemple : l'apparition d'*Aedes albopictus* (le 'moustique tigre') sur le territoire métropolitain depuis 2004 (liée à la densification des transport) qui sévit (au 1er janvier 2022) dans 67 des 96 départements métropolitains.

[50] http://www.vegetation-en-ville.org/ (site du RNSA)
[51] Influence du réchauffement climatique sur la propagation des maladies vectorielles et de leurs vecteurs – Centre national d'expertise sur les vecteurs – 23 février 2016

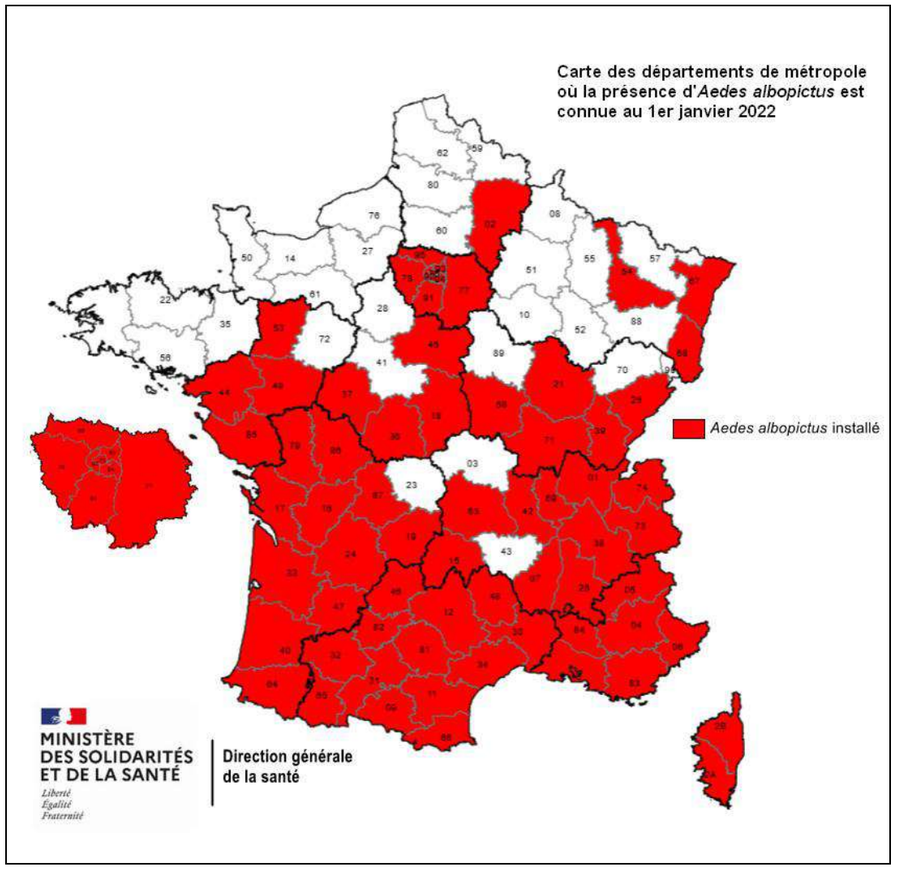


Figure 142 : Carte d'implantation du moustique tigre au 1er janvier 2022 en France métropolitaine

Le moustique tigre est essentiellement urbain. Son caractère anthropophile (qui aime les lieux habités par l'Homme) explique que, une fois installé dans une commune ou un département, il est pratiquement impossible de l'en déloger.

L'implantation du moustique *Aedes albopictus* n'est pas homogène pour chaque département. Fin 2021, l'implantation du moustique tigre a été constatée et confirmée sur 3 934 communes de métropole.

Ce moustique est un vecteur de maladies comme la dengue, le chikungunya, le Zika.
Les premiers cas de contamination autochtone des maladies portées par ce moustique en métropole sont apparus en 2010. Plus récemment, un autre type de moustique, très répandu, le *Culex pipiens,* a transmis un autre type de virus : le virus du Nil occidental (West Nile Virus).

Le nombre de cas autochtones certains ou probables est plutôt en augmentation (35 en 2018 ; 19 en 2017 pour 4 en 2010)[52]. Le changement climatique entre en jeu dans l'apparition des cas autochtones, et pas seulement pour des questions de température.
Ainsi, les onze cas autochtones de chikungunya de Montpellier seraient liés aux pluies exceptionnelles de 2014, qui ont provoqué la prolifération des insectes vecteurs de la maladie[53].

À ce jour, même si Aedes albopictus a ponctuellement été observé en Normandie depuis plusieurs années, le moustique tigre n'est pas considéré comme implanté dans la région.

Année	Mois	Région	Département	Code dept.	Virus	Nb. Total de cas
2010	sept	PACA	Alpes-Maritimes	06	Dengue	2
2010	sept	PACA	Var	83	Chik.	2
2013	oct	PACA	Bouches-du-Rhône	13	Dengue	1
2014	août	PACA	Var	83	Dengue	1
2014	oct	PACA	Bouches-du-Rhône	13	Dengue	2
2014	sept	PACA	Var	83	Dengue	1
2014	oct	Occit.	Hérault	34	Chik.	12
2015	août	Occit.	Gard	30	Dengue	7
2017	août	PACA	Var	83	Chik.	17
2017	sept	PACA	Alpes-Maritimes	06	West-Nile	2
2018	juil	PACA	Alpes-Maritimes	06	West-Nile	22
2018	août	Occit.	Pyrénées orientales	66	West-Nile	1
2018	sept	PACA	Vaucluse	84	West-Nile	1
2018	août/sept	Corse	Corse du Sud	2A	West-Nile	2
2018	sept	PACA	Bouches-du-Rhône	13	West-Nile	1
2018	sept	Occit.	Gard	34	Dengue	1
2018	sept	Occit.	Hérault	34	Dengue	2
2018	oct	PACA	Alpes-Maritimes	06	Dengue 2	5

Figure 143 : Recensement des cas autochtones de maladies transmises par des vecteurs moustiques

En 2019, en France métropolitaine, 674 cas importés de dengue, 57 cas importés de chikungunya et 6 cas de Zika ont été déclarés. 12 cas autochtones ont été déclarés, 9 cas de dengue (Rhône et Alpes-Maritimes) et 3 cas de Zika (Var)[54].

En 2020, au 27 novembre, ont été confirmés 834 cas importés de dengue (dont 64 % avaient séjourné en Martinique et 23 % en Guadeloupe), 6 cas importé de chikungunya et 1 cas importé de Zika. Plusieurs épisodes localisés de transmission autochtone de dengue

[52] https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/article/cartes-de-presence-du-moustique-tigre-aedes-albopictus-en-france-metropolitaine
[53] https://lejournal.cnrs.fr/articles/moustique-tigre-une-inquietante-invasion
[54] https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/risques-microbiologiques-physiques-et-chimiques/especes-nuisibles-et-parasites/moustiques

ont été identifiés : 13 cas confirmés au total, dont 7 dans les Alpes-Maritimes, 1 dans le Gard ou l'Hérault, 1 dans le Gard, 3 dans le Var, 1 dans l'Hérault[55].

Du 1er mai 2021 au 10 décembre 2021 ont été confirmés en France métropolitaine 164 cas importés de dengue, dont 105 en provenance de la Réunion, 144 cas ont été diagnostiqués dans des départements avec implantation documentée *d'Aedes albopictus* ; 3 cas importés de chikungunya et aucun cas importé de Zika. Un cas autochtone de dengue a été identifié dans le département du Var le 26/07/2021[56].

Aucun cas autochtone de maladies portées par ce moustique n'a été recensé sur le territoire de l'Île-de-France jusqu'alors.

21.6. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Le projet franco-italien CLIMAERA[57] (2017-2020) sur le territoire ALCOTRA (3 régions italiennes : Piémont, Ligurie, Vallée d'Aoste et 2 françaises : Auvergne-Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur) s'est intéressé à rechercher les meilleures solutions visant à améliorer la qualité de l'air tout en réduisant l'impact sur le changement climatique ainsi que les interactions entre le changement climatique et la pollution atmosphérique.

Les objectifs de ce projet sont :

- Évaluer la qualité de l'air entre plusieurs régions françaises et italiennes en tenant compte des changements climatiques.
- Élaborer des préconisations pour diminuer les gaz à effet de serre et polluants, grâce à des scénarios d'émissions à l'horizon 2030 et 2050 et à une hiérarchisation des mesures à prendre en compte. Ces modélisations pourront aider les décideurs politiques de ces territoires à anticiper des actions adaptées (renouvellement des équipements de chauffage et du parc automobile, développement des transports collectifs…).
- Mieux comprendre les freins du grand public face aux changements des comportements et définir les messages et outils les plus adaptés pour y répondre.

Les partenaires du projet, face à la thématique du changement climatique, ont fait appel au CMCC (Centre euro-Méditerranéen sur le Changement Climatique) pour modéliser à l'échelle du territoire ALCOTRA, l'évolution des paramètres météorologiques entre 2013, 2030 et 2050. L'étude du CMCC a mis en évidence un réchauffement global de ces régions pouvant aller jusqu'à +2°C en considérant un scénario d'évolution des émissions de gaz à effet de serre optimiste (RCP4.5). Les jours d'enneigement pourraient être réduits jusqu'à 25 jours par an dans le cas du scénario pessimiste sur l'ensemble de la zone alpine.

Ces jeux de données météorologiques ont ensuite permis de modéliser la qualité de l'air en considérant l'évolution des émissions de chaque région.

Il découle de ce projet que la qualité de l'air en 2030 et 2050 devrait s'améliorer par rapport à 2013 avec l'introduction et la mise sur le marché de technologies innovantes et moins polluantes, permettant de réduire d'année en année le bilan des émissions de chaque secteur d'activité.

- L'impact du changement climatique a été abordé en comparant deux scénarios d'années météorologiques différentes, mais avec les mêmes émissions atmosphériques 2030 (un scénario « émissions 2030/météo 2013 » et un scénario « émissions 2030/météo 2030 »). La conclusion tirée est forte : la météorologie de 2030 aura pour effet d'augmenter sensiblement (jusqu'à +5 µg/m^3 sur la moyenne annuelle) les concentrations de particules, notamment sur la région Auvergne-Rhône-Alpes et le Piémont. Ce constat est alarmant car une évolution des gaz à effet de serre "optimiste" (RCP4.5) a été prise en compte pour les scénarios météorologiques. En effet, la hausse des particules serait encore plus importante, si l'évolution des gaz à effet de serre s'avérait moins favorable.

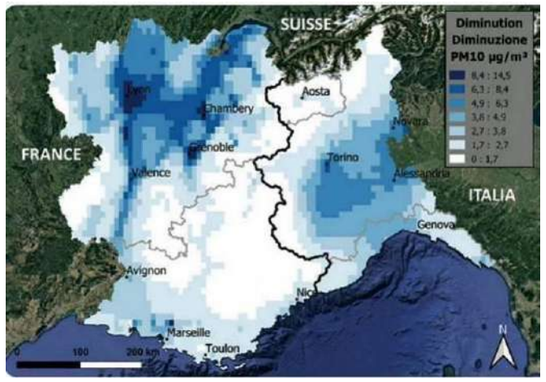


Figure 144 : Impact de la baisse des émissions anthropiques en 2030 sur les concentrations de PM10 par rapport à 2013 (scénario émissions 2030 - scénario émissions 2013) à météo 2013 constante (source : CLIMAERA**)**

[55] https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2020
[56] https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-a-transmission-vectorielle/chikungunya/articles/donnees-en-france-metropolitaine/chikungunya-dengue-et-zika-donnees-de-la-surveillance-renforcee-en-france-metropolitaine-en-2021
[57] Interreg Alcotra ; CLIMAERA ; Rapport final. https://www.climaera.eu/fr/resultats/rapports

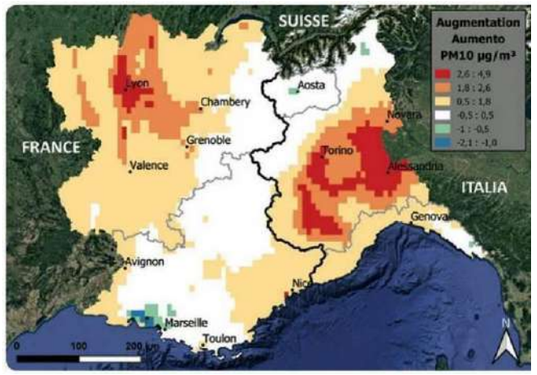


Figure 145 : Impact de la météo future 2030 sur les concentrations moyennes annuelles de PM10 par rapport à 2013 (scénario météo 2030 - scénario météo 2013) à émissions 2013 constantes (source : CLIMAERA)

Face à ces résultats, un outil capable de trouver des solutions pour contrebalancer l'impact du changement climatique a été testé. L'outil RIAT+, logiciel développé dans le cadre d'un projet européen antérieur (Programme LIFE), hiérarchise les mesures les plus efficaces pour réduire les concentrations annuelles de particules fines PM10, PM2,5 et/ou de dioxyde d'azote NO_2. Il permet également de répondre aux attentes de collectivités et de décideurs. En effet, chaque action est associée à un coût en euro et à la réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Il est possible de sélectionner les meilleures actions réduisant les émissions atmosphériques et de gaz à effet de serre et de visualiser le bénéfice sur la qualité de l'air en 2030. Le chauffage au bois résidentiel et le trafic routier sont visiblement les deux secteurs sur lesquels il convient d'agir pour améliorer au mieux la qualité de l'air dans la plupart des régions partenaires du projet.

22. EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE SUR LA FAUNE, LA FLORE, LE SOL ET LES BÂTIMENTS

22.1. EFFETS SUR LES SOLS

La pollution de l'air a deux effets sur les sols :

- La contamination des sols avec des substances potentiellement toxiques (les métaux lourds, par exemple) ;
- L'acidification des sols.

La contamination du sol est due à la présence de polluants qui ont été dispersés, puis déposés sur le sol.
Diverses études ont montré que les dépôts de métaux lourds sont plus importants à proximité de la route (5 m à 25 m) et sont approximativement divisés par deux à 100 m de la voie. Ces résultats ont été confirmés par d'autres études portant sur la contamination des végétaux implantés près des voies de circulation. Les résultats indiquent que la contamination en métaux lourds (plomb, cadmium et zinc) est plus importante à proximité de la route (de 0,5 à 10 m) et devient beaucoup plus faible à une distance de 20 m. (Ward, 1994 ; Ylaranta, 1994 ; Malbreil, 1997 ; Garcia & Milan, 1998).

Les principaux effets de l'acidification sur la flore sont dus au dépôt de substances acidifiantes comme, par exemple :

- Le dioxyde de soufre ;
- Les oxydes d'azote ;
- L'ammoniac.

Les effets de l'acidification varient géographiquement et dépendent d'une combinaison de deux facteurs : la quantité de dépôts (secs et humides) et la sensibilité naturelle du récepteur en question (sol et eau).
L'acidification réduit considérablement la fertilité des sols, en affectant essentiellement leur biologie, en décomposant les matières organiques et en provoquant la perte de substances nutritives. De plus, l'acidification des sols est un facteur déterminant de la libération de cations tels que le fer, l'aluminium, le calcium, le magnésium ou les métaux lourds (présents dans le sol en quantités significatives, mais de façon généralement très peu mobile). Cela a pour effet de réduire le pouvoir tampon des sols (par la décomposition des minéraux argileux) et, partant, de modifier leur capacité à neutraliser l'acidité.
Ce phénomène se produit notamment sur les sols dotés d'un faible pouvoir tampon et constitue un problème grave, car irréversible.

Enfin, l'acidification des sols est étroitement liée à l'acidification de l'eau, qui peut affecter la vie aquatique, les eaux souterraines et l'approvisionnement en eau potable qui y est lié.

22.2. EFFETS SUR LA VÉGÉTATION

La pollution atmosphérique gazeuse et particulaire affecte la végétation.
La pollution gazeuse pénètre dans les plantes par des orifices situés sur les feuilles, les stomates. La plante réagit en fermant ces stomates et en fabriquant des enzymes. L'absorption des polluants entraîne des perturbations au niveau d'un grand nombre de processus physiologiques cellulaires. La plante, pour faire face à ce stress extérieur, y remédie en mettant en place des processus de rétablissement. Si ces processus s'avèrent insuffisants pour réparer ou compenser les dysfonctionnements cellulaires, des dommages apparaissent sur la plante. À fortes doses, ces dommages peuvent être irréversibles et causer des mortalités cellulaires et l'apparition de nécroses foliaires.
La pollution particulaire se dépose sur les sols et est ensuite absorbée par les racines des plantes. Les polluants sous forme soluble sont les plus toxiques car ils sont assimilables par les plantes. Absorbés par les racines, ils peuvent ainsi s'accumuler dans la plante et contaminer la chaîne alimentaire.
Les possibilités d'accumulation des métaux dans les plantes varient en fonction de nombreux paramètres comme, par exemple les propriétés du sol (pH, composition), le type d'élément, le type d'espèce et le type d'organe considérés. Par ailleurs, l'observation de caractéristiques différentes de routes montre que la contamination des sols varie selon la géométrie de l'infrastructure (remblai, déblai) et les conditions climatiques locales.
Les polluants primaires sont peu phytotoxiques. Les effets sur les végétaux sont provoqués essentiellement par la transformation en polluants secondaires :

- Pluies acides ;
- Formation d'ozone beaucoup plus phytotoxique (périodes chaudes).

Les concentrations en polluants secondaires sont faibles en milieu urbain. Ainsi, il y a peu d'effets sur la végétation.
En milieu interurbain, les polluants (principalement l'ozone, généré en milieu urbain) se répartissent sur de larges zones. Les concentrations, même à faible niveau, entraînent une réaction de défense des végétaux. Les exploitations agricoles et forestières en subissent directement les conséquences par une diminution de leur rendement.

Ozone (O_3)

L'ozone est un oxydant puissant, qui réagit directement avec les composés chimiques présents à la surface des cellules végétales (parois et membranes).
L'ozone peut entrainer des dégâts foliaires entrainant un vieillissement prématuré des feuilles, et donc une photosynthèse moins longtemps efficace, aboutissant à une diminution de la croissance et de la production des plantes. Cependant, l'impact sur le fonctionnement des plantes reste limité si juste une faible proportion de la surface des feuilles est endommagée.
L'ozone peut également avoir pour conséquence des perturbations du métabolisme sans dégâts apparents, mais qui conduisent à une diminution de la croissance ou de la productivité des cultures :

- Réduction de la photosynthèse ;
- Augmentation de la respiration : une partie des sucres élaborés par la photosynthèse est consommée par la respiration pour fournir l'énergie nécessaire à la réparation des tissus abîmés par l'ozone.

Particules en suspension (PM)

Les effets des poussières sur les écosystèmes sont encore assez peu connus.
Cependant, il est possible de citer plusieurs effets directs des particules sur la végétation :

- Blocage des échanges gazeux ;
- Dégradation ou abrasion de la cuticule ;
- Diminution de la photosynthèse ;
- Développement d'organismes pathogènes, comme les champignons.

Cela peut engendrer du stress sur les plantes, se traduisant par exemple par la multiplication des feuillaisons des arbres.
Les cultures maraîchères, fruitières et fourragères sont les plus exposées et présentent plus de risque de transfert vers l'animal et l'Homme. Par ailleurs, les céréales sont relativement protégées par leur enveloppe.
La majorité des poussières ne présente qu'une contamination de surface qui peut être diminuée par le lavage des aliments. Néanmoins, les particules peuvent également avoir une action sur le milieu, notamment par l'eau et le sol. Ainsi, certains polluants, comme les métaux lourds, peuvent être assimilés par les racines des plantes et transmis aux parties comestibles.

Au niveau physiologique, les métaux lourds peuvent être divisés en deux groupes :

- Les éléments nécessaires au métabolisme, qui peuvent devenir toxiques en excès (Le zinc, par exemple) ;
- Les éléments non nécessaires (comme le plomb ou le cadmium) qui sont toxiques même à de faibles concentrations.

Dioxyde d'azote (NO_2)

Le dioxyde d'azote présente également des effets sur divers écosystèmes.
Chaque écosystème possède des caractéristiques propres (notamment le type de sol) qui déterminent la vulnérabilité de ce dernier aux apports d'azote. Dans les écosystèmes pauvres en élément nutritifs, l'apport d'azote modifie la compétition entre les espèces, au détriment des espèces adaptées aux substrats pauvres. D'importants changements sont ainsi observés dans la composition des espèces lorsque le milieu se sature peu à peu d'azote.
On peut également noter la modification du rapport partie 'aérienne'/partie 'racinaire' des plantes. Les surfaces de captation des eaux (racines) diminuent par rapport aux surfaces de transpiration (feuilles). Cela entraîne une augmentation de la sensibilité à la sècheresse et au froid de la plante, avec par conséquent une réduction de la croissance de la plante (et par extension, une réduction de rendement s'il s'agit de plantes agricoles).

Impact de la pollution atmosphérique liée au trafic routier sur la végétation

Dans la réglementation française, 2 polluants (en sus de l'ozone) ont un niveau critique mentionné pour la protection de la végétation. Il s'agit des NOx avec un niveau critique à 30 µg/m^3 (exprimé en équivalent NO_2) en moyenne annuelle et du SO_2 avec un niveau critique à 20 µg/m^3 en moyenne annuelle et hivernale.

Les tableaux qui vont suivre présentent les résultats des modélisations pour l'ensemble des scénarios et horizons, concernant les polluants visés.

Pour le SO_2 : quels que soient l'horizon et scénario, le niveau critique pour la protection de la végétation est respecté sur l'intégralité de la zone d'étude.
Pour les NOx : pour tous les horizons (2022, 2028 et 2035) et toutes les situations (actuelle, Fil de l'Eau, projet et cumulée), les teneurs dépassent le niveau critique pour la protection de la végétation sur une partie de la superficie de la zone d'étude (entre le centile 95 et les concentrations maximales calculées la zone d'étude).

Tableau 88 : Résultats des modélisations pour les oxydes d'azote – moyenne annuelle

NOx (µg/m³) Moyenne annuelle en équivalent NO_2	Niveau critique pour la protection de la végétation	30 µg/m³ en moyenne annuelle		
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
ZONE ETUDE - MAX	114,19	75,79	80,21	49,81
CENTILE 95	20,66	13,79	14,57	9,05
CENTILE 90	14,87	9,98	10,72	6,69
CENTILE 80	11,19	7,48	8,05	5,01
CENTILE 70	5,99	4,00	4,14	2,58
CENTILE 60	3,69	2,47	2,56	1,60
CENTILE 50	2,69	1,80	1,86	1,16
Max Zone Projet	27,94	18,77	20,79	12,95
CENTILE 90	18,93	12,61	13,80	8,57
CENTILE 80	16,46	10,99	12,00	7,46
CENTILE 70	14,77	9,86	10,98	6,82
CENTILE 60	13,92	9,28	10,11	6,29
CENTILE 50	13,05	8,74	9,54	5,94
CENTILE 40	12,56	8,41	9,20	5,73
CENTILE 30	12,11	8,09	8,77	5,46
CENTILE 20	11,76	7,86	8,53	5,31
CENTILE 10	11,38	7,60	8,26	5,14
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Niveau critique dépassé Niveau critique respecté

Tableau 89 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre – moyenne annuelle

SO_2 (µg/m³) Moyenne annuelle	Niveau critique pour la protection de la végétation	20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale		
	2022 Horizon actuel	2028 Sans projet	2028 Avec projet	2035 Cumulée
ZONE ETUDE - MAX	1,25	1,21	1,28	1,18
CENTILE 95	0,23	0,22	0,23	0,21
CENTILE 90	0,16	0,16	0,17	0,16
CENTILE 80	0,12	0,12	0,13	0,12
CENTILE 70	0,07	0,06	0,07	0,06
CENTILE 60	0,04	0,04	0,04	0,04
CENTILE 50	0,03	0,03	0,03	0,03
Max Zone Projet	0,31	0,30	0,33	0,30
CENTILE 90	0,21	0,20	0,22	0,20
CENTILE 80	0,18	0,17	0,19	0,18
CENTILE 70	0,16	0,16	0,17	0,16
CENTILE 60	0,15	0,15	0,16	0,15
CENTILE 50	0,14	0,14	0,15	0,14
CENTILE 40	0,14	0,13	0,15	0,13
CENTILE 30	0,13	0,13	0,14	0,13
CENTILE 20	0,13	0,12	0,14	0,12
CENTILE 10	0,12	0,12	0,13	0,12
Nota Bene	*Ces résultats considèrent uniquement l'effet des émissions des brins routiers dont les trafics ont été fournis.*			

Niveau critique dépassé Niveau critique respecté

22.3. EFFETS SUR LA FAUNE

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques. (Source : gouvernement Canada).

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons. Elle :

- Détériore la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent ;
- Diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire.

❖ **Effets de la pollution atmosphérique sur la qualité de l'habitat**

Les animaux vivent sur et dans le sol aussi bien que dans l'eau. Ils doivent aussi respirer de l'air en utilisant des poumons, des ouïes ou une autre forme d'échange gazeux, comme la diffusion passive à travers la surface de la peau. Toutes ces conditions influent sur la vulnérabilité d'un animal aux effets de la pollution atmosphérique.

Les pluies acides peuvent modifier la composition chimique et la qualité du sol et de l'eau. Par exemple, les plans d'eau peuvent devenir trop acides pour que certains animaux puissent y survivre ou avoir des fonctions physiologiques normales. Les pluies acides peuvent aussi accroître la lixiviation des métaux lourds présents dans le sol, comme l'aluminium, dans les habitats aquatiques, ce qui augmente la disponibilité dans la colonne d'eau des métaux lourds comme l'aluminium et le mercure, qui sont très toxiques pour de nombreux animaux, y compris les poissons.

Certains métaux lourds, comme le mercure, peuvent être transportés dans l'atmosphère très loin de leurs sources d'émission.

Bien qu'elles ne soient pas aussi bien connues, d'autres formes de pollution atmosphérique, comme le Smog, les particules et l'ozone troposphérique, détériorent la santé de la faune de la même façon que la santé humaine, et produisent des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire.

❖ **Effets de la pollution atmosphérique sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires**

Bon nombre de métaux lourds, de substances toxiques, de polluants organiques persistants (POP) et d'autres polluants atmosphériques sont nocifs pour la faune en entrant dans la chaîne trophique et en influant sur l'approvisionnement et la qualité alimentaires.

Une fois consommés, bon nombre de ces polluants s'accumulent et s'emmagasinent dans les tissus des animaux. Lorsque les animaux sont mangés par d'autres animaux de la chaîne trophique, ces polluants continuent de s'accumuler et d'accroître leur concentration. Ce processus est appelé la bioaccumulation. Les prédateurs du haut de la chaîne, comme les ours et les aigles entre autres, sont particulièrement vulnérables à la bioaccumulation de ces types de polluants atmosphériques.

Par exemple, le mercure est tellement préoccupant qu'il est recommandé de réduire la fréquence à laquelle nous mangeons certains types de poissons en raison de la quantité de ce métal lourd qui peut se retrouver dans leur chair.
Ces polluants atmosphériques peuvent être toxiques pour les animaux en perturbant leur fonction endocrinienne, en endommageant leurs organes, en accroissant leur vulnérabilité au stress et à la maladie, en diminuant leur chance de reproduction et en causant éventuellement leur mort.

Les changements dans l'abondance d'une espèce causés par la pollution atmosphérique peuvent grandement influer sur l'abondance et la santé des espèces dépendantes. Par exemple, la perte de certaines espèces de poissons due à l'augmentation des concentrations d'aluminium peut permettre aux populations d'insectes de s'accroître, ce qui peut être avantageux pour certains types de canards qui se nourrissent d'insectes, mais cette perte peut être préjudiciable aux aigles, aux balbuzards pêcheurs et à bon nombre d'autres animaux qui comptent sur le poisson pour s'alimenter.

Il s'avère très complexe de bien comprendre et déterminer dans quelle mesure et de quelle façon ces changements toucheront d'autres espèces de l'écosystème.

❖ **En bref**

La pollution de l'air affecte également la faune : déclin de certaines populations pollinisatrices, difficultés de certaines espèces à se reproduire ou à se nourrir.
Elle modifie la physiologie des organismes, l'anatomie et les caractéristiques du biotope et des populations.

22.4. EFFETS SUR LES BÂTIMENTS

Depuis plus de deux siècles, le grand développement des industries, des transports et du chauffage a entraîné d'importantes émissions dans l'atmosphère de composés soufrés, azotés et carbonés. Ces composés sont soit gazeux (SO_2, NOx, CO, CO_2 ...), soit particulaires (cendres volantes et suies). Soumis au fil des ans à leur action, les matériaux des façades, essentiellement la pierre, le ciment et le verre, se détériorent. (Source : Airparif)

L'observation d'un bâtiment ou d'une statue révèle l'ampleur de cette dégradation physique et esthétique attribuée au dépôt et à l'accrochage de poussières noirâtres. Ainsi, sur une même façade, coexistent des zones sombres et des zones claires. Les premières, abritées de la pluie, sont couvertes d'une fine pellicule de suies associées à une faible quantité de sulfates et de carbonates. A l'inverse, les zones claires, frappées par la pluie ou parcourues par des ruissellements d'eau, offrent l'aspect d'un matériau nu, lavé ou même érodé : les particules déposées entre deux pluies ont été évacuées, ainsi que les sulfates et les carbonates qui auraient pu se former. Si les zones sombres sont anciennes et n'ont pas été nettoyées depuis quelques décennies, elles comportent non pas des pellicules fines mais des croûtes noires épaisses très sulfatées et contenant des cendres volantes. Ces croûtes épaisses se sont formées à une époque où la pollution par le dioxyde de soufre était importante.
La répartition de ces zones sombres et claires sur une même façade répond à une logique simple : les parties hautes du bâtiment, plus fréquemment atteintes par la pluie, comportent une majorité de zones claires, tandis que ses parties basses, soumises plus directement aux émissions du trafic automobile, comportent une majorité de zones sombres. Vers la base des murs, le jeu croisé de la pollution atmosphérique, de la pluie, des remontées à partir du sol d'eau chargée de sels, et la plus ou moins grande fragilité de la pierre liée à sa composition et à sa porosité, amène la formation d'un puzzle de petites taches noires, grises et blanches dues au détachement périodique de petites écailles aux contours sinueux.

La surface de tous les matériaux peut se couvrir de suies noires : pierre, plâtre, ciment, béton, verre, vitrail, brique, céramique, bois, plastique, métaux... mais seuls ceux qui comportent des carbonates peuvent se sulfater en profondeur car le SO_2 les transforme facilement : c'est le cas des calcaires et des grès calcareux.

Le verre des fenêtres et des façades de beaucoup de grands immeubles contemporains est chimiquement stable du fait de sa composition (silicium, calcium et sodium) : la pluie, même acide, l'altère très peu en profondeur. En revanche, sur les zones qu'elle lave, elle laisse des traces blanchâtres ou grisâtres qui le rendent flou ; sur les zones qu'elle n'atteint pas, des dépôts de suies noires se développeraient rapidement si des nettoyages réguliers ne les empêchaient de se former.

Le cas des vitraux anciens est plus préoccupant : de composition différente de celle des vitres modernes (silicium, calcium et potassium), ils sont facilement attaqués chimiquement par la pluie, jusqu'à être profondément corrodés, voire troués. Dans les zones situées à l'abri de la pluie, des dépôts de suies noires se forment et demeurent en place, car on ne nettoie pas régulièrement les vitraux, sauf lors de grandes campagnes de restauration, rares et très coûteuses.

23. MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS

Concernant les secteurs résidentiel & tertiaire, la construction de bâtiments économes en énergie permet de minimiser les émissions par une moindre consommation. De plus, les modes de chauffage et de production d'eau chaude fonctionnant sans combustion permettent de réduire considérablement les émissions atmosphériques locales.

La pollution atmosphérique est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Cependant, concernant le secteur du transport routier, les améliorations des motorisations et des systèmes épuratifs, la généralisation de la norme Euro 6 (voire 7 dans quelques années) associée au renouvellement du parc roulant vont permettre une diminution des émissions, et donc une amélioration de la qualité de l'air.

Concernant les horizons à long terme (postérieurs à 2030), il est vraisemblable d'envisager que les émissions de polluants atmosphériques liées au transport routier puissent baisser de manière encore plus importante en fonction de plusieurs leviers tels que :

- L'évolution de la législation sur les transports : par exemple la Loi Mobilités, qui prévoit l'interdiction des ventes de véhicules à énergies fossiles carbonée à l'horizon 2040 (sachant qu'en 2018 ces derniers représentent encore 93 % des ventes[58] de véhicules neufs) ou encore le développement des zones environnementales type ZFE (Zones à Faibles Émissions) imposant des restrictions de circulation pour certains véhicules ;
- L'innovation sur de nouveaux modes de transport : de nombreux projets ou déploiements de technologies déjà existantes voient le jour, que ce soit pour le transport individuel ou collectif, afin de renouveler et révolutionner les mobilités dans le futur. Il est possible de citer :
    - Le déploiement des véhicules électriques à batteries ou à pile à combustibles (hydrogène) et les projets de logistique du dernier kilomètre avec le projet ESPRIT (quadricycles électriques en auto-partage emboitables et attelables pour former des trains routiers).
    - Les trains à sustentation magnétique tels que le Transrapid de Shanghai, le Linimo au Japon déjà en circulation.
    - Les capsules taxi autonomes à sustentation magnétique telles que le projet SkyTran.
    - Des capsules suspendues sur rails à propulsion humaine (par pédaliers) telles que le projet Shweeb.
    - Les « vactrain » tel que Hyperloop ou Transpod fonctionnant sur coussin d'air dans des tubes sous pression réduite : de nombreux projets ont été imaginés en France. Des projets similaires existent également pour le transport de marchandises en souterrain.
    - Les téléphériques urbains à vocation de transport en commun et non juste de desserte de sites touristiques, tels que Métrocable à Medellín, le téléphérique de Brest (800 000 personnes par an) déjà en fonctionnement. Des projets sont à l'étude en France notamment en région parisienne. À Toulouse, le chantier a commencé, la mise en service est prévue pour fin 2020. Ce métrocable comportera 3 stations et desservira en 10 min un trajet nécessitant 40 min de voiture. Le projet de l'agglomération de Grenoble a été validé le 20 février 2020 et verra le jour en 2023. Ce téléphérique urbain reliera les communes de Fontaine et de Saint-Martin-le-Vinoux en survolant la rivière du Drac et l'autoroute A80.
    - Le développement des transports individuels en free-floating (vélos, trottinettes).
    - Concernant le transport maritime, des projets de bateaux au GPL et force des vents (coque ou voile gigantesque) ou encore solaires voient le jour tels que Vindskip, Efuture 13000C, Skysails.
    - Le transport aérien voit des projets d'avions modulables avec Clip-Air ou d'avion solaire (Solar Impulse), des projets reprenant le principe du dirigeable tels que SolarShip, Aeros.
    - Les projets d'hoverboard (skate en lévitation) utilisant le principe de supraconductivité tels que Magsurf ou Slide.
- L'évolution des pratiques personnelles de transport :
    - Déploiement des véhicules gyroscopiques roulant électriques monoplace (gyropode, gyroroue, gyroskate).
    - L'augmentation de la part modale du vélo (électrique ou non) en zone urbaine, la part modale augmentant de l'ordre de 10 % à 35 % par an dans les grandes villes françaises (source : ADEME).
    - L'utilisation importante du free-floating.

À l'égard de l'ensemble de ces projets, déjà en service ou en développement, visant la réduction du transport routier individuel, il est plausible d'envisager que dans le futur long terme, la mobilité telle que nous la connaissons aujourd'hui soit révolutionnée et que les émissions polluantes liées à la combustion des véhicules thermiques diminuent fortement et plus drastiquement que dans les perspectives actuelles.

En tout état de cause, plusieurs types de mesures peuvent être mis en place afin de minimiser l'exposition des populations à la pollution atmosphérique.

[58] http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/venteParTypeEnergie

23.1. MESURES D'ÉVITEMENT

Concernant la qualité de l'air, l'évitement est le premier levier dont disposent les élus et les décideurs.
Cela consiste à ne pas exposer de nouvelles personnes dans les zones où la qualité de l'air est déjà dégradée ou à proximité immédiate d'une source d'émission, ou de ne pas construire de nouveaux équipements, sources d'émission de polluants, à proximité immédiate de zones habitées ou sensibles.

23.2. MESURES DE RÉDUCTION

Lorsque les mesures d'évitement ne peuvent être instaurées, il est alors nécessaire de faire appel à des mesures de réduction afin de limiter au maximum les situations à risque pour les populations.

- **Éloignement**

L'éloignement consiste à installer les populations à distance des sources d'émissions, et particulièrement les populations sensibles pour réduire autant que possible leur exposition aux polluants atmosphériques.
Les sources routières doivent faire l'objet d'une attention particulière, car elles représentent une part importante des émissions de polluants (en moyenne en France, plus de 55 % pour le dioxyde d'azote et entre 15 et 20 % pour les PM10 et PM2,5).
Les mesures d'éloignement vis-à-vis des sources routières peuvent être mises en œuvre en imposant, par exemple, un retrait des constructions par rapport à la voie. Un foncier suffisant est alors nécessaire, mais le gain attendu, en termes d'exposition des personnes, peut rapidement se montrer important.

- **Adaptation de la morphologie urbaine**

Lorsque les mesures d'éloignement ne peuvent être mises en place de manière satisfaisante (espace urbain trop contraint, peu de disponibilité foncière, etc.), il est possible d'agir sur la morphologie urbaine, l'objectif étant de modifier les conditions d'écoulement des masses d'air afin de, soit :

  - Favoriser la dispersion des polluants et éviter l'accumulation de polluants, responsable de l'augmentation des concentrations ;
  - Limiter la dispersion (utilisation d'obstacles), afin que les zones à enjeux ou sensibles soient protégées des sources d'émission.

- **Recommandations constructives sur les bâtiments et gestion du bâtiment au quotidien**

Le recours aux mesures constructives peut être systématique, mais doit plutôt s'envisager comme intervenant en complément des autres mesures, ou lorsque celles-ci ne sont pas suffisantes pour réduire l'exposition à la pollution des populations ou encore impossibles à mettre en place.
Elles visent essentiellement à limiter les transferts de polluants de l'extérieur vers l'intérieur.
Afin de réduire la pénétration de la pollution provenant de l'extérieur, plusieurs recommandations peuvent être faites sur :

  - Le positionnement et l'implantation des ouvrants : dans la mesure du possible, il faut privilégier le positionnement des pièces de vie, comportant des ouvertures généralement plus larges sur cour, et les pièces de service (buanderie, salle de bain) sur la façade côté voirie. Dans la pratique, ces recommandations sont complexes à mettre en œuvre, car elles peuvent aller à l'encontre de la RT2012 qui impose de concevoir des bâtiments bioclimatiques, privilégiant les apports solaires.
  - Le positionnement des bouches de prise d'air neuf : les règles de l'art applicables aux installations de ventilation mécanique contrôlée du secteur résidentiel sont exposées dans le document technique unifié NF-DTU 68.3 qui fournit l'ensemble des règles de conception et de dimensionnement du système, ainsi que les prescriptions de mise en œuvre et d'exécution de l'installation. De manière générale, on privilégiera le positionnement des bouches de prise d'air neuf sur le côté le moins exposé du bâtiment, loin des bouches d'air vicié, de parkings ou de garages ou d'une cheminée.
- La ventilation : mise en place d'une VMC (ventilation mécanique contrôlée) double flux comprenant une filtration de l'air entrant. Deux types de filtres sont généralement installés : un filtre gravimétrique, retenant les pollens et un filtre retenant les poussières fines (taux d'abattement allant jusqu'à 30 % selon les filtres). Ces filtres doivent être changés très régulièrement pour maintenir l'efficacité du système, 1 fois par an pour les pollens (après la saison pollinique) et 1 à 2 fois par an pour les particules fines. Cependant, en fonction de la performance des filtres et de la localisation géographique (à proximité immédiate de routes très circulées), ces derniers peuvent vite s'encrasser et doivent être changés à une fréquence plus élevée (tous les 2 à 3 mois). Au-delà du changement de filtre, une VMC double flux demande un entretien régulier pour éviter qu'elle ne s'encrasse et qu'elle ne perde en efficacité (nettoyage des bouches d'extraction, dépoussiérage des bouches de soufflage tous les trois mois, et entretien complet tous les trois ans par un professionnel). Les systèmes VMC double flux sont intrinsèquement très efficaces. Cependant la qualité des installations est encore trop souvent négligée et le changement des filtres peut s'avérer délicat, voire impossible. La mise en œuvre de ces systèmes devrait judicieusement être anticipée dès la conception des bâtiments, pour permettre leur bon entretien.

23.3. AMÉNAGEMENTS DU TERRITOIRE

Les aménagements du territoire agissent non pas sur les émissions mais sur l'exposition des populations. Par exemple, les activités polluantes, et aussi les aménagements générant un trafic important (centres commerciaux, pôles tertiaires, centres de loisirs…) seront installés de préférence loin des populations et des équipements accueillant un public vulnérable.
À l'échelle d'un aménagement, plusieurs paramètres exercent une influence sur l'exposition des populations et sur la dispersion des polluants :

- La présence d'obstacles verticaux obstrue les flux d'air, mais peut aussi être mise à profit via des bâtiments « masques », par exemple, pour protéger des espaces vulnérables et/ou sensibles de voies au trafic soutenu.
- La présence d'obstacles horizontaux influence fortement la vitesse du vent en fonction des inégalités de hauteur de la canopée urbaine.
- Les configurations « en canyon » bloquent le flux d'air et limitent la ventilation.
- La complexité des rues et leur obstruction (rapport entre l'écartement des immeubles et leur hauteur) sont des facteurs aggravants.

Les espaces ouverts (Nature en ville, parcs, jardins, voire espaces agricoles et naturels) permettent la circulation de l'air et la dispersion des polluants, contrairement à des bâtiments accolés les uns aux autres.
Ils peuvent aussi représenter un potentiel de fixation des polluants atmosphériques. L'impact sur la fixation ou la dispersion des polluants diffère selon les types de végétalisation et selon les espèces végétales et sont à considérer dans le choix des espèces :

- Les toitures végétales captent les particules fines.
- Les parcs et forêts urbains contribuent à la réduction des particules en suspension et autres polluants (dioxyde de soufre, dioxyde d'azote…). Selon les travaux conduits au sein du Laboratoire Image-Ville-Environnement de l'Université de Strasbourg, la végétation permet une réduction des niveaux de concentrations de l'ordre de 0,4 % pour le NO_2 et de 1 % pour les PM10.
- La végétation en bordure de route capte une partie des émissions liées à la circulation routière.
- Les alignements d'arbres ont une capacité de captation mais limitent la ventilation des rues et la dispersion des polluants (notamment dans les rues « canyons » et/ou si le ratio entre le volume des arbres et le volume total de la rue est trop élevé).
- En revanche, certaines espèces sont émettrices de polluants (composés organiques volatils) ou allergisantes ; cela est à prendre en considération dans le choix des espèces.

23.4. LUTTE CONTRE LES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

Avec le réchauffement climatique, les vagues de chaleur devraient s'intensifier significativement en Europe dans les décennies à venir. Pour contrecarrer le phénomène des îlots de chaleur urbains, plusieurs solutions sont envisagées : de l'aménagement des espaces verts à l'arrosage des chaussées, en passant par la mise en œuvre de revêtements adaptés.
En effet, augmenter la couverture végétale au sol permet de rafraîchir plus efficacement les rues. Cet effet de rafraîchissement est d'autant plus efficace que la surface végétalisée est importante et que la proportion d'arbres est élevée. Selon les stratégies, on peut obtenir une baisse de 0,5°C à 2°C. La combinaison de végétation maximale permet d'atteindre jusqu'à -3°C localement[59].
Des solutions alternatives, telles l'emploi d'enrobés rafraîchissants sont en cours d'étude.

Le projet intègre un parc d'un hectare et la plantation de 400 arbres et arbustes.

[59] Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville, C. De Munck, 2013.

Conclusion – Analyse des Impacts

24. CONCLUSION DE L'ANALYSE DES IMPACTS

Ce chapitre a traité l'analyse des impacts relative au projet d'aménagement « des Pépinières », sur le territoire de la commune de Rouen.

L'analyse des impacts a été conduite en prenant pour cadre la Note technique NOR : TRET1833075N du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, en l'adaptant au contexte d'aménagement urbain.

32 établissements vulnérables (crèches, écoles, EHPAD, centre de soin) sont recensés en l'état actuel sur la zone d'étude définie pour l'analyse des impacts.

Le projet d'aménagement va générer des émissions atmosphériques lors des phases :

- Chantier ;
- Exploitation.

Des mesures à la fois techniques et organisationnelles sont disponibles en vue de réduire au maximum les nuisances liées au chantier.
La demande d'examen au cas par cas du projet « des Pépinières » (emprise COGEDIM-VIRGIL) stipule que des dispositions seront prises en phase chantier pour limiter la dispersion de poussières et de fumées, éviter les pollutions par rejet d'eau souillée, protéger la biodiversité du site, etc. et qu'une charte chantier appuiera ces principes.

Les bâtiments créés respecteront *a minima* la RT2012 voire la RE2020 (applicable à partir de *janvier 2022* pour les bâtiments à usage d'habitation et de *juillet 2022* pour les bâtiments à usage de bureaux et d'enseignement primaire et secondaire ; pour les autres constructions de bâtiments, le décret contient de manière inchangée les exigences de la réglementation thermique 2012. Un futur décret introduira les exigences de la RE2020 pour ces bâtiments) dont le principal objectif est de ramener la performance énergétique de tous les bâtiments construits « après 2020 » à énergie positive. Ainsi, les émissions polluantes liées aux bâtis devraient être restreintes.
Par ailleurs, le projet sera raccordé au réseau de chaleur alimenté à 75 % d'énergie renouvelable, vise les labellisations EcoQuartier, HQE Aménagement, NF Habitat, et une conception bioclimatique sera appliquée aux bâtiments.
Les émissions liées au bâti s'avèreront ainsi minimes, comparé aux autres sources d'émissions déjà présentes, en particulier la circulation automobile.

La réalisation de l'aménagement « des Pépinières » va induire une hausse globale des trafics sur le réseau d'étude, en moyenne journalière annuelle, comparativement aux trafics en situation Fil de l'Eau.
Pour mémoire, au niveau des lieux vulnérables et de l'emprise projet, les concentrations calculées en situation actuelle 2022 et aux horizons futurs 2028 (situation 'Projet' et 'Fil de l'Eau') et 2035 (situation cumulée) sont inférieures aux normes règlementaires pour les polluants faisant précisément l'objet d'une règlementation.

Aux horizons futurs, en moyenne, les teneurs maximales sur la zone d'étude diminuent pour les polluants réglementés, de manière très importante surtout pour les polluants émis à l'échappement. Cela étant corrélé avec les **améliorations** des **motorisations** et des **systèmes épuratifs,** ainsi que l'**application des normes Euro** et le **développement des véhicules hybrides/électriques, associées au renouvellement du parc roulant. Et ce, malgré l'augmentation des volumes de trafic globaux, par rapport à la situation actuelle.**
Les polluants émis également par l'abrasion (notamment les particules et les métaux) voient quant à eux leurs teneurs maximales sur la zone d'étude diminuer de manière moins importante, ou augmenter légèrement.

En comparaison à la situation Fil de l'Eau, les impacts du projet sont les suivants :

- Pollution atmosphérique : les hausses des concentrations maximales en polluants induites par la réalisation du projet, sur la zone d'étude, sont plutôt faibles (environ +5,6 % ; en moyenne sur les polluants réglementés). Par ailleurs, les hausses maximales de concentrations sont localisées logiquement sur les voies permettant l'accès et la desserte du projet (rue Parmentier, rue de Gessard, rue Saint-Julien, D938 et D3) et demeurent assez faibles en valeur absolue vis-à-vis des valeurs seuils réglementaires.
- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations existantes et en projet) : il est possible de constater que les hausses de concentration en polluants en situation 'Projet' sont faibles et non significatives au regard des valeurs seuils au niveau des lieux vulnérables et des habitations existantes ainsi que sur l'emprise projet.

En comparaison à la situation Fil de l'Eau, les effets cumulés sont les suivants :

- Pollution atmosphérique : une baisse dans l'ensemble des concentrations maximales en polluants est observée sur la zone d'étude (environ -10,0 % ; en moyenne sur les polluants réglementés). Les concentrations maximales des polluants émis à l'échappement diminuent fortement tandis que celles des polluants émis par l'abrasion et l'usure diminuent de manière moins importante voire augmentent très légèrement et très localement sur les voies de desserte du projet (rue parmentier, rue de Gessard et rue Saint-Julien).

- Enjeux populationnels (lieux vulnérables existants / habitations existantes et en projet) : il est constaté une diminution importante des concentrations en polluants émis à l'échappement (traceur NO_2) en situation 'cumulée' au niveau des lieux vulnérables, des habitations existantes ainsi que sur l'emprise projet. En revanche pour les polluants émis également par l'abrasion (traceur particules), les teneurs diminuent de manière moins marquée pour les lieux vulnérables (exception faite des écoles maternelle et élémentaire Pépinières Saint Julien, pour lesquelles les concentrations en particules augmentent très légèrement et de manière non significative), les habitations existantes (à l'exception des habitants aux abords des rues Parmentier, Saint-Julien et de Gessard pour lesquelles les teneurs augmentent très légèrement et de manière non significative).

L'évaluation quantitative des risques sanitaires n'a pas mis en évidence de risques sanitaires significatifs pour les teneurs, les situations (avec ou sans projet, cumulée), la voie et les durées d'exposition considérées aux **horizons futurs (2028 et 2035)** pour l'ensemble des scénarios d'exposition construits (enfant en bas-âge, écolier, personne âgée, hospitalisé, enfant, résident).
Aucun impact sanitaire significatif lié à la réalisation du projet, à l'horizon futur 2028, n'est remarqué au droit des lieux vulnérables existants et des résidents de la zone d'étude, comparativement à la situation Fil de l'Eau, au vu des scénarios d'exposition construits.
Les indicateurs sanitaires diminuent aux horizons futurs comparativement à la situation actuelle.

En définitive, l'aménagement projeté « des Pépinières » n'est pas de nature à exercer d'impact significatif ni sur la qualité de l'air au niveau des lieux vulnérables et des populations résidentes de la zone d'étude, ni sur la santé des populations existantes et futures du projet.

Le tableau suivant synthétise les impacts du projet et les effets cumulés.

THÈMES	Avantages / Inconvénients
PHASE TRAVAUX	La quantification des émissions appelant un nombre important de données, le chiffrage des émissions atmosphériques du chantier n'est pas réalisable au niveau actuel de l'étude.
VEHICULES-KILOMETRES	Par rapport à la situation actuelle 2022, les indices VK augmentent en situation Fil de l'Eau 2028, projet 2028 et cumulée 2035. D'après les hypothèses considérées, sur le réseau d'étude, par rapport à la situation Fil de l'Eau à l'horizon 2028, le projet induit une évolution des indices VK Tous Véhicules de +4,5 % en 2028 et la situation cumulée +4,5 % en 2035.
CONSOMMATION DE CARBURANT	Par rapport à la situation actuelle 2022, la consommation de carburant sur le réseau d'étude diminue en situation Fil de l'Eau 2028 et augmente en situation projet 2028 et cumulée 2035. En lien avec les variations des VK sur le réseau d'étude, par rapport à la situation Fil de l'Eau à l'horizon 2028, le projet induit une évolution des consommations énergétiques de +4,3 % en 2028 et la situation cumulée de +1,2 % en 2035.
ÉMISSIONS POLLUANTES	Les émissions de polluants diminuent, en moyenne, aux horizons futurs 2028 et 2035 par rapport à la situation actuelle 2022 en lien avec le renouvellement du parc automobile et les améliorations technologiques des véhicules, et ce, malgré la hausse des VK et des consommations énergétiques. Par rapport à la situation Fil de l'Eau 2028, le projet induit une évolution des émissions de polluants atmosphériques de +4,4 % en 2028 et la situation cumulée une évolution de -32,5 % en 2035 (moyenne tous polluants confondus considérés dans cette étude).
CONCENTRATION DANS L'AIR AMBIANT	En comparaison avec la situation actuelle 2022, les teneurs maximales sur la zone d'étude (moyenne sur les polluants réglementés) : - Diminuent de 17,1 % en 2028 — situation Fil de l'Eau ; - Diminuent de 12,4 % en 2028 — situation Projet ; - Diminuent de 23,5 % en 2035 — situation Cumulée. D'après les hypothèses considérées, les concentrations maximales annuelles en polluants atmosphériques modélisées sur la zone d'étude (moyenne sur les polluants réglementés) évoluent par rapport à la situation Fil de l'Eau à l'horizon 2028 de +5,6 % en situation projet 2028 et de -10,0 % en situation cumulée 2035. Les hausses maximales de concentrations sont logiquement enregistrées sur les voies permettant l'accès au projet. Au niveau de l'emprise projet et des lieux vulnérables, les concentrations annuelles modélisées sont toutes inférieures aux seuils réglementaires, quels que soient l'horizon et le scénario considérés.
EQRS	En considérant les émissions des brins dont les trafics ont été fournis : - L'indice des risques non cancérigènes par inhalation est jugé non significatif pour l'ensemble des scénarios d'exposition étudiés (enfant en bas-âge, écolier, personne âgée, hospitalisé, résident) aux horizons futurs 2028 (avec ou sans projet) et 2035 (situation cumulée). - L'indice des risques cancérigènes par inhalation est jugé non significatif pour l'ensemble des scénarios d'exposition étudiés (enfant, résident) aux horizons futurs 2028 (avec ou sans projet) et 2035 (situation cumulée). - La réalisation du projet, par rapport au scénario sans projet, n'engendre aucune variation significative des indices sanitaires pour les populations de la zone d'étude présentes en l'état actuel. - L'aménagement projeté n'est pas de nature a priori à exercer d'impact significatif sur la santé des populations futures du projet (enfants et résidents adultes). - Les indices calculés aux horizons futurs sont tous inférieurs à ceux en situation actuelle.
COUT DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	Les coûts sanitaires aux horizons 2028 (situations Fil de l'Eau et Projet) et 2035 (situation cumulée) diminuent par rapport à celui de la situation actuelle du fait du renouvellement du parc automobile et des améliorations technologiques, et ce, malgré la hausse des VK. Par rapport au scénario au Fil de l'Eau 2028, sur le réseau d'étude, la mise en place du projet entraîne des coûts sanitaires un peu plus élevés (+3,9 % en 2028). Il en va de même en situation cumulée (+3,9 % en 2035 comparativement au Fil de l'eau 2028).

THÈMES	Avantages / Inconvénients
ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	Par rapport à la situation actuelle 2022, les émissions de GES liées au trafic automobile sur le réseau d'étude diminuent en situation fil de l'eau 2028, et augmentent en situation projet 2028 et cumulée 2035. Les émissions de GES suivent les mêmes tendances que les consommations énergétiques. Par rapport à la situation Fil de l'Eau 2028, le projet induit une évolution des émissions de gaz à effet de serre, sur le réseau d'étude, de +4,3 % en 2028 et la situation cumulée une variation de +1,7 %.
COUT DES GAZ A EFFET DE SERRE	Le coût des émissions de gaz à effet de serre augmente aux horizons futurs en raison de la valeur tutélaire du carbone qui croît de façon marquée. Par rapport au scénario au Fil de l'Eau 2028, la mise en place du projet entraîne, sur le réseau d'étude, un surcoût liés aux émissions de GES du trafic automobile (+4,3 % en 2028). La situation cumulée engendre un surcoût de 87,1 % comparativement à la situation fil de l'eau 2028.

Annexes

ANNEXE N°1 : GLOSSAIRE

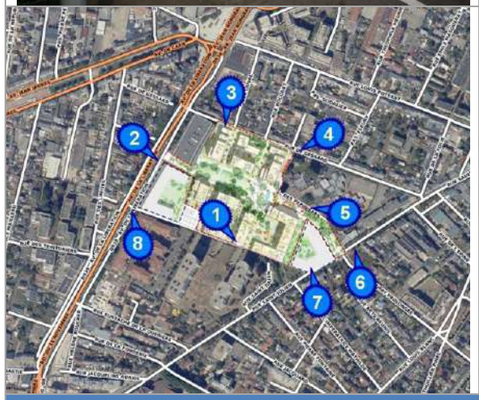
AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEE	Agence Européenne de l'Environnement
ALD	Affections Longues Durées
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence Régionale de Santé
As	Arsenic
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
Ba	Baryum
B(a)P	Benzo(a)Pyrène
BPCO	Broncho-pneumopathie chronique obstructive
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes
CAA	Concentration Admissible dans l'Air
Cd	Cadmium
CépiDc	Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès
Centile	Les centiles correspondent à des valeurs qui divisent un ensemble d'observations en 100 parties égales. C'est-à-dire, par exemple, le centile 90 correspond à la valeur pour laquelle 90 % des données ont une valeur inférieure et 10 % des données ont une valeur supérieure.
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CH_2O	Formaldéhyde
CH_4	Méthane
C_2H_4O	Acétaldéhyde
C_3H_4O	Acroléine
C_4H_6	1,3-Butadiène
C_6H_6	Benzène
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CITEPA	Centre Interprofessionnel technique d'Étude de la Pollution Atmosphérique
CJUE	Cour de justice de l'Union européenne
CMI	Concentration Moyenne Inhalée
CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
CORINAIR	CORe INventories AIR
COV	Composé Organique Volatil
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique
Cr	Chrome
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
DREES	Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques
DRIEAT	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports
EFSA	European Food Safety Authority
EHPAD	Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes
EICU	Effet d'Ilot de Chaleur Urbain
EIS	Évaluation de l'Impact Sanitaire
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
EPT	Établissement public territorial
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de risque Unitaire
EQIS	Évaluation Quantitative de l'Impact Sanitaire
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
FET	Facteur d'équivalence Toxique
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
Hg	Mercure
HPM	Heure de pointe du matin
HPS	Heure de pointe du soir
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRETS	Institut de recherche sur les transports
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IPP	Indice Pollution Population
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
IREP	Registre français des émissions polluantes
kep	kilo équivalent pétrole
LOM	Loi d'Orientation des Mobilités
MRL	Minimum risk level
NH_3	Ammoniac
Ni	Nickel
NO	Monoxyde d'azote
NO_2	Dioxyde d'azote
NOx	Oxydes d'azote
N_2O	Protoxyde d'azote
O_3	Ozone
OAP	Orientation d'Aménagement et de Programmation
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORECAN	Observatoire Régional Énergie Climat Air Normandie
ORS	Observatoire Régional de Santé
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durable
Pb	Plomb
PCET	Plan Climat Énergie Territorial
PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
PDU	Plan de Déplacements Urbains
PIB	Produit intérieur brut
PL	Poids Lourd
PLD	Plan Local de Déplacement
PLQA	Plans Locaux de Qualité de l'Air
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PM	Particulate Matter (particules fines en suspension)
PM10	Particules de taille inférieure à 10 µm
PM2,5	Particules de taille inférieure à 2,5 µm
PM1,0	Particules de taille inférieure à 1,0 µm
PNSE	Plan National Santé Environnement
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PREPA	Plan national de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
PRQA	Plan Régional pour la Qualité de l'Air
PRSE	Plan Régional Santé Environnement
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air
QD	Quotient de danger
REL	Risk Effect Level
RfC	Reference concentration
RIVM	[Pays-Bas] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Institut national de la santé publique et de l'environnement)
RNSA	Réseau National de Surveillance Aérobiologique
SCoT	Schémas de Cohérence Territoriale
SECTEN	SECTeur émetteur et ENergie
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
SO_2	Dioxyde de soufre
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRCAE	Schéma Régional Climat, Air, Énergie
TCA	Tolerable concentration in air
TEPCV	Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte
TCEQ	Texas Commission on Environmental Quality
TMJA	Trafic Moyen Journalier Annuel
TSP	Poussières Totales (*Total Suspended Particulate Matter)*
TV	Tous Véhicules
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UVP	Unité de Véhicule Particulier
VGAI	Valeurs Guides de qualité d'Air Intérieur
VK	Véhicules-Kilomètres
VL	Véhicule Léger
VMC	ventilation mécanique contrôlée
VP	Véhicule Personnel
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZCR	Zone à Circulation Restreinte
ZFE	zones à faibles émissions
ZPA	Zone de Protection de l'Air
ZPAd	Zone de Protection de l'Air départementale

ANNEXE N°2 : FICHES DESCRIPTIVES - MESURES IN SITU

Point n°1	Rouen « aménagement des Pépinières »		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
7 rue Parmentier 76100 Rouen		49.42569°N 1.07131°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond urbain	**Début mesure**	29/04/2022 à 10h23
Distance de la voie la plus proche	2,5 m	**Fin mesure**	10/05/2022 à 11h05
Type de Support Hauteur	Lampadaire 2,5 m	**Durée d'exposition**	264,7 h



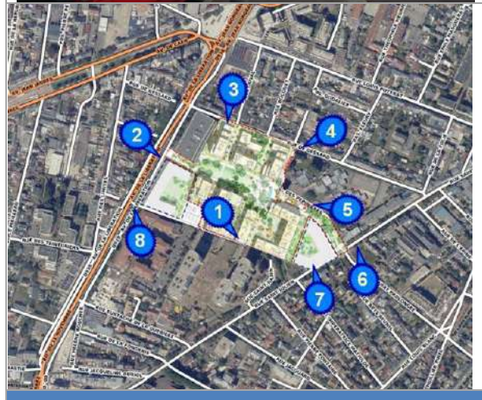


Résultats – Concentrations moyennes

Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO_2	FTS 229	14,4	Moyenne : 14,3 µg/m³ Écart standard : 0,6 %
	FTS 230	14,3	

Point n°2	Rouen « aménagement des Pépinières		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Avenue de la Libération 76100 Rouen		49.42678°N 1.06964°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	29/04/2022 à 10h15
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	10/05/2022 à 11h14
Type de Support Hauteur	Lampadaire 2,5 m	**Durée d'exposition**	265,0 h





Résultats – Concentrations moyennes

Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO_2	FTS 231	25,9	Moyenne : 25,3 µg/m³ Écart standard : 2,3 %
	FTS 232	24,7	

Point n°3	Rouen « aménagement des Pépinières		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Intersection entre Rue Gessard et Rue Duval 76100 Rouen		49.42724°N 1.07111°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	29/04/2022 à 11h01
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	10/05/2022 à 10h45
Type de Support Hauteur	Lampadaire 2,5 m	**Durée d'exposition**	263,7 h



Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 233	18,6	Moyenne : 18,1 µg/m³ Écart standard : 2,7 %
	FTS 234	17,6	

Point n°4	Rouen « aménagement des Pépinières		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Intersection All. Des Pépinières et Rue de Gessard 76100 Rouen		49.42693°N 1.07259°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	29/04/2022 à 10h59
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	10/05/2022 à 10h48
Type de Support Hauteur	Panneau de signalisation « stationnement interdit » 2,5 m	**Durée d'exposition**	263,8 h



Résultats – Concentrations moyennes			
Composés mesurés	**N° du tube / matériel**	**Teneurs relevées (µg/m³)**	**Remarques**
NO_2	FTS 235	15,8	Moyenne : 15,8 µg/m³ Écart standard : 0,0 %
	FTS 236	15,8	

Point n°5	Rouen « aménagement des Pépinières		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Allée Des Pépinières, devant l'école maternelle Pépinières Saint-Julien 76100 Rouen		49.42620°N 1.07282°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Fond urbain	**Début mesure**	29/04/2022 à 10h49
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	10/05/2022 à 10h51
Type de Support Hauteur	Panneau de signalisation « direction à droite » 2,5 m	**Durée d'exposition**	264,0 h



Résultats – Concentrations moyennes

Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO_2	FTS 237 (blanc)	< 0,8	Blanc inférieur à la LD
	FTS 238	13,5	
PM10	SD3	Moyenne : 14,0 Max : 23,3 (le 08/05/2022)	Moyenne sur la période de mesures (du 29/04/2022 au 10/05/2022) Maximum moyenne journalière
PM2.5		Moyenne : 13,0 Max : 21,1 (le 08/05/2022)	

Point n°6	Rouen « aménagement des Pépinières		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Intersection entre rue Saint-Julien et All. Des Pépinières 76100 Rouen		49.42561°N 1.07377°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	29/04/2022 à 10h38
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	10/05/2022 à 10h57
Type de Support Hauteur	Panneau de signalisation « stationnement interdit » 2,5 m	**Durée d'exposition**	264,3 h


Résultats – Concentrations moyennes

Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO_2	FTS 239	19,7	Moyenne : 19,5 µg/m³ Écart standard : 1,3 %
	FTS 240	19,2	

Point n°7	Rouen « aménagement des Pépinières		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Intersection entre rue Parmentier et Rue Saint-Julien 76100 Rouen		49.42537°N 1.07284°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	29/04/2022 à 10h33
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	10/05/2022 à 10h52
Type de Support Hauteur	Panneau de signalisation « stationnement interdit » 2,5 m	**Durée d'exposition**	264,3 h

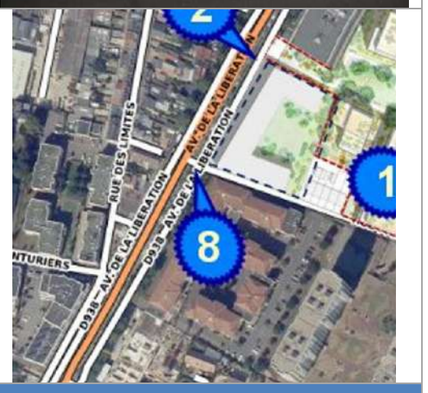


Résultats – Concentrations moyennes

Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO_2	FTS 241	15,6	Moyenne : 15,8 µg/m³ Écart standard : 1,6 %
	FTS 242	16,1	
PM10	SD13	Moyenne : 18,6 Max : 27,4 (le 08/05/2022)	Moyenne sur la période de mesures (du 29/04/2022 au 10/05/2022) Maximum moyenne journalière
PM2.5		Moyenne : 16,9 Max : 24,1 (le 08/05/2022)	

Point n°8	Rouen « aménagement des Pépinières		
Caractérisation du site			
Description du lieu de pose		**GPS WGS 84**	
Intersection entre Av. de la Libération et rue Parmentier 76100 Rouen		49.42615°N 1.06916°E	
Conditions d'exposition			
Type de milieu	Trafic	**Début mesure**	29/04/2022 à 10h08
Distance de la voie la plus proche	1 m	**Fin mesure**	10/05/2022 à 11h11
Type de Support Hauteur	Panneau de signalisation « sens interdit » 2,5 m	**Durée d'exposition**	265,0 h





Résultats – Concentrations moyennes

Composés mesurés	N° du tube / matériel	Teneurs relevées (µg/m³)	Remarques
NO_2	FTS 243	22,8	Moyenne : 22,9 µg/m³ écart standard : 0,7 %
	FTS 244	23,1	
PM10	SD18	Moyenne : 14,1 Max : 21,7 (le 08/05/2022)	Moyenne sur la période de mesures (du 29/04/2022 au 10/05/2022) Maximum moyenne journalière
PM2.5		Moyenne : 12,8 Max : 19,2 (le 08/05/2022)	

ANNEXE N°3 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES LORS DE LA CAMPAGNE DE MESURE *IN SITU* ET NORMALES

La qualité de l'air est directement liée aux conditions météorologiques[60].
En effet, elle peut varier pour des émissions de polluants identiques en un même lieu, selon divers facteurs (plus ou moins de vent, du soleil, etc.).
De manière simplifiée :

- Le vent est favorable à la dispersion des polluants, notamment à partir de 20 km/h. Toutefois, il peut également amener des masses d'air contenant des polluants en provenance d'autres sources. Lorsqu'il est de faible vitesse, ce phénomène de transport accompagné d'accumulation, n'est pas inhabituel.
- Les températures trop élevées ou trop basses sont défavorables à la qualité de l'air. La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants.
  Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des Composés Organiques Volatils. Le froid, quant à lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion.
- Le soleil est un paramètre très important car ses rayons UV interviennent dans la formation de polluants photochimiques tel que l'ozone. Ainsi, plus il y a de soleil, plus la production d'ozone sera importante s'il existe dans l'atmosphère les précurseurs nécessaires à ces réactions chimiques (c'est-à-dire les oxydes d'azote et les Composés Organiques Volatils).
- Les précipitations influencent également la qualité de l'air. De fortes précipitations rabattent les polluants les plus solubles vers le sol (particules en suspension, dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, etc.).
- Le phénomène d'inversion de température peut être à l'origine d'une augmentation des concentrations en polluants. Normalement (conditions atmosphérique instable) la température de l'air diminue avec l'altitude (dans les basses couches de l'atmosphère), l'air chaud chargé de polluants se disperse à la verticale (principe de la montgolfière).
  Cependant, lorsque le sol s'est fortement refroidi pendant la nuit (par temps clair en hiver), et que la température à quelques centaines de mètres d'altitude est plus élevée que celle du sol, alors il y a phénomène d'inversion de la température (conditions atmosphériques stables). Les polluants se trouvent alors bloqués par cette masse d'air chaud en altitude plus communément appelée couche d'inversion. Ces inversions se produisent généralement lors des nuits dégagées et sans vent. Elles peuvent persister plusieurs jours, notamment en hiver où l'ensoleillement est faible. Dans les régions montagneuses, le phénomène est accentué par les brises de montagnes qui amènent l'air froid des sommets vers la vallée. Les pics de pollution au dioxyde de soufre, aux oxydes d'azote et aux particules en suspension sont souvent liés à ce phénomène d'inversion de température.

[60] https://www.ligair.fr/la-pollution/les-influences-meteorologiques
https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/article/influence-de-la-meteo

Les données des paragraphes suivants proviennent de la station météorologique Rouen-Boos (Coordonnées 49.38°N | 1,18°E | altitude : 151 m) située à 10 km au nord-est du projet, pour la période du 29 avril au 10 mai 2022.

❖ **Température**

La température moyenne lors de la campagne de mesure *in situ* est de 13,0°C. Cela est supérieure à la moyenne pondérée des normales saisonnières d'avril/mai à savoir 12,1°C (période 1981-2010), ce qui correspond à un écart à la normale de +7,4 %.

La température moyenne minimale sur la période (10,4°C le 30 avril 2022) est supérieure à la température normale moyenne minimale pondérée d'avril/mai (7,5°C) soit un écart à la normale de saison de +38,7 %. Également, la température moyenne maximale (17,9°C le 10 mai 2022) est supérieure à la température normale maximale d'avril/mai pondérée (16,7°C) soit un écart à la normale de saison de +7,2 %. Cela traduit une période plus chaude que la normale.

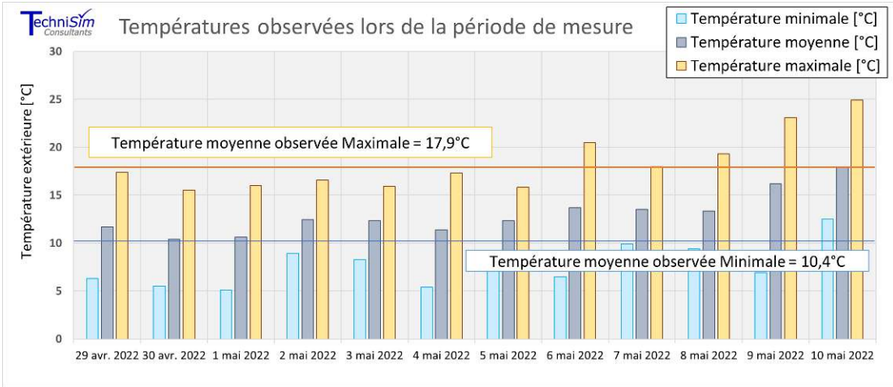


Figure 146 : Évolution de la température moyenne horaire sur la période de mesure

Pour information, la température moyenne annuelle normale à Rouen-Boos est de 10,5°C.

❖ **Pression atmosphérique**

En météorologie, dès lors que la pression descend en dessous de 1010 hPa, il s'agit de basses pressions (« conditions dépressionnaires »). Le vent est plutôt fort et le temps est mauvais avec un ciel souvent fort encombré et des précipitations fréquentes. A contrario, lorsque la pression dépasse 1015 hPa, on parle alors de hautes pressions (« conditions anticycloniques »). Le temps est calme, mais pas forcément beau. En été, les hautes pressions impliquent un beau temps avec un ciel dégagé ; en hiver, les hautes pressions sont souvent accompagnées de brouillards et de nuages bas qui peuvent durer toute la journée.

Le graphique ci-dessous présente les pressions atmosphériques enregistrées au cours de la campagne de mesure.

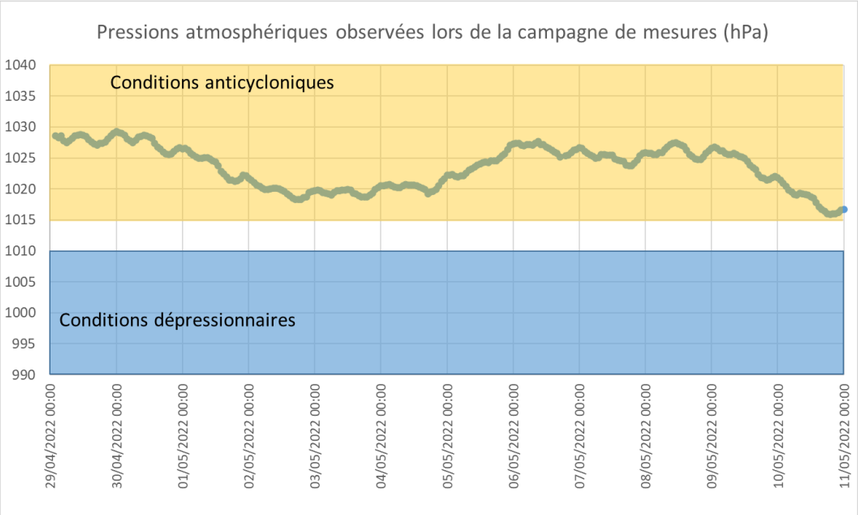


Figure 147 : Évolution de la pression atmosphérique lors de la période de mesure

Les conditions météorologiques ont été majoritairement anticycloniques et relativement stables.

❖ **Vents moyens et rafales**

Une rafale est, en un site donné, un renforcement brutal et passager du vent qui se traduit par une hausse brève et soudaine de sa vitesse instantanée en comparaison de la valeur alors acquise par sa vitesse moyenne. Chaque rafale possède une certaine amplitude qui fait passer le vent d'un minimum de vitesse instantanée à un maximum de vitesse instantanée appelé la vitesse de pointe de la rafale. Il peut survenir que cette vitesse de pointe soit supérieure de 50 % ou davantage à la vitesse du vent moyen. La plus grande des vitesses de pointe enregistrées dans un intervalle de temps donné fournit la vitesse maximale du vent au cours de cet intervalle.

Les moyennes journalières des vitesses[61] des vents moyens horaires ainsi que les rafales maximales journalières sont indiquées dans le tableau suivant pour la période de mesure.

Tableau 90 : Vitesse du vent moyen journalier et rafales de vents maximales journaliers

Date	Vitesse [km/h]	Rafale Max [km/h]
29 avr. 2022	17,7	36,4
30 avr. 2022	15,3	38,5
1 mai 2022	11,6	31,0
2 mai 2022	16,3	45,0
3 mai 2022	16,4	36,7
4 mai 2022	10,4	33,5
5 mai 2022	14,1	39,6
6 mai 2022	10,7	33,5
7 mai 2022	11,6	33,5
8 mai 2022	14,0	32,8
9 mai 2022	9,3	25,6
10 mai 2022	14,9	48,6
Période	**13,5**	**48,6**

La vitesse moyenne du vent sur l'ensemble de la période est de 13,5 km/h. Les moyennes journalières sont comprises entre 9,3 km/h (le 9 mai) et 17,7 km/h (le 29 avril), avec des rafales atteignant au maximum 48,6 km/h le 10 mai 2022.

Les figures suivantes représentent la fréquence et l'origine des vents (rose des vents) pendant la campagne de mesure in situ ainsi que la rose des vents annuelles à Rouen. .

[61] Vitesses mesurées à 10 mètres au-dessus du sol

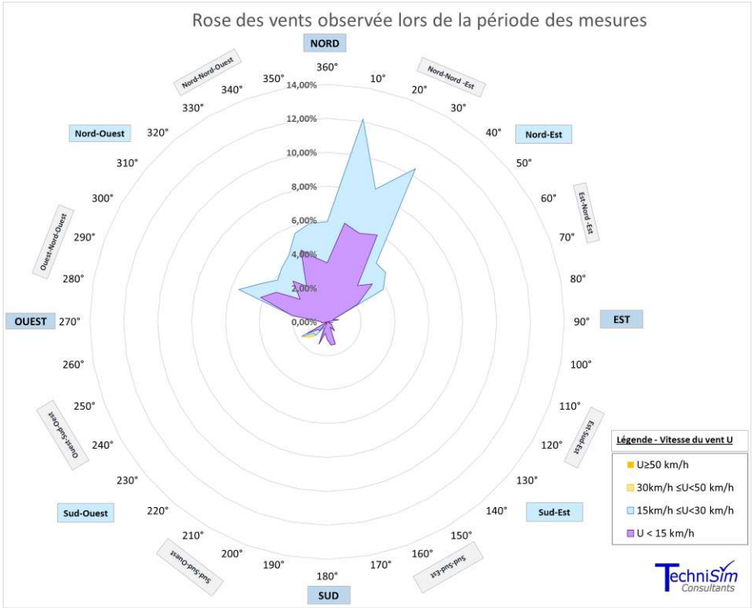


Figure 148 : Origine des vents lors de la période de mesure

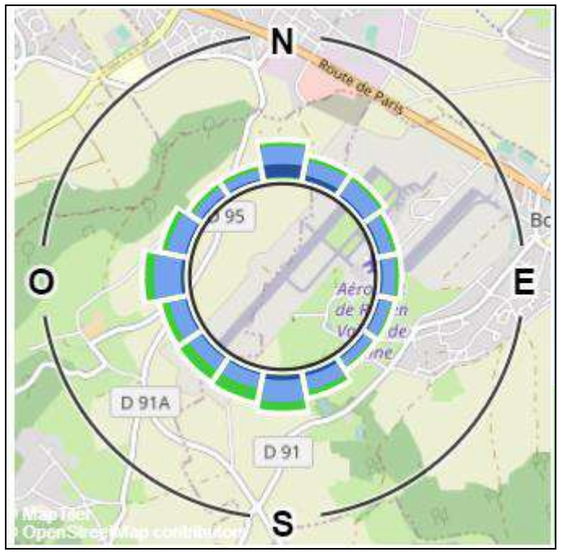


Figure 149 : Rose des vents annuelle pour la station Aéroport de Rouen – Vallée de Seine (source : windfinder**)**

Lors de cette campagne, les vents enregistrés sont majoritairement des vents du nord-nord-est (fréquence de 32 % sur les secteurs 10 à 30°) et de l'ouest-nord-ouest (fréquence de 10 % sur les secteurs 290 à 300°).

Cette rose des vents obtenue sur la période de mesure est sensiblement différente à celle observée en moyenne annuelle pour le secteur.

Pour qualifier les vents, on peut utiliser l'échelle de Beaufort.
C'est une échelle de mesure empirique de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes, utilisée dans les milieux maritimes.
L'échelle de Beaufort comporte 13 degrés (de 0 à 12).
Le degré Beaufort correspond à la vitesse moyenne du vent. Cette échelle est présentée dans le tableau qui va suivre.

Tableau 91 : Échelle de Beaufort

Force	Termes	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	Effets à terre
0	Calme	< à 1	< à 1	La fumée monte verticalement
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	La fumée indique la direction du vent. Les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	On sent le vent sur la figure, les feuilles bougent.
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Les drapeaux flottent bien. Les feuilles sont sans cesse en mouvement.
4	Jolie brise	11 à 15	20 à 28	Les poussières s'envolent, les petites branches plient.
5	Bonne brise	16 à 20	29 à 38	Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités.
6	Vent frais	21 à 26	39 à 49	On entend siffler le vent.
7	Grand frais	27 à 33	50 à 61	Tous les arbres s'agitent.
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Quelques branches cassent.
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	Le vent peut endommager les bâtiments.
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	Assez gros dégâts.
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	Gros dégâts.
12	Ouragan	= ou > à 64	> à 118	Très gros dégâts.

Le graphe suivant présente les répartitions des vitesses moyennes horaires des vents mesurés selon l'échelle de Beaufort.

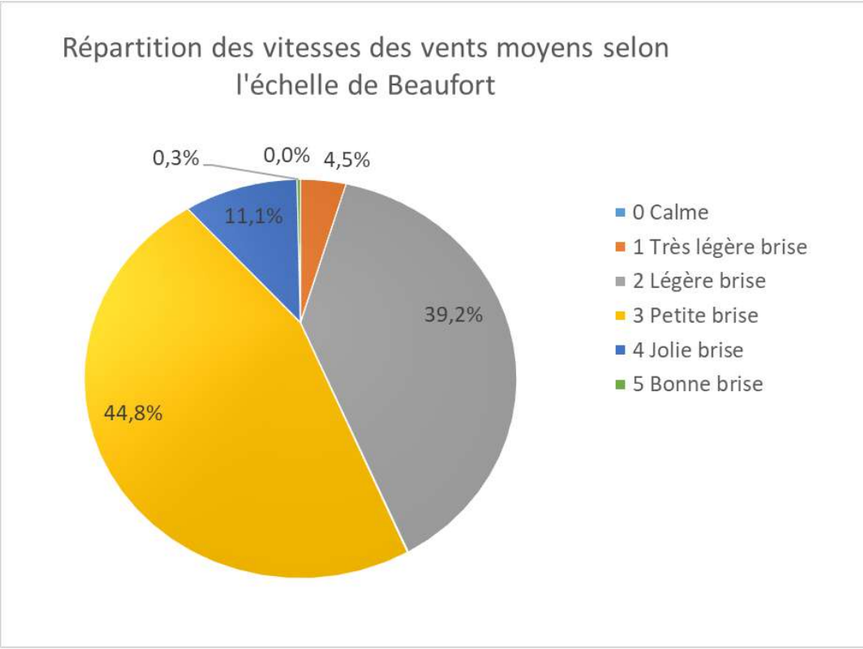


Figure 150: Répartition des vitesses des vents selon l'échelle de Beaufort

Le vent a été présent de manière faible sur 88,5 % de la campagne : 4,5 % de 'très légère brise', 39,2 % de 'légère brise', et 44,8 % de 'petites brises'.
11,5 % de la campagne a présenté des épisodes venteux importants : 11,1 % des vents étaient des 'jolies brises' et 0,3 % des 'bonnes brises'.
Aucune catégorie supérieure à 'bonne brise' n'a été recensée sur les moyennes horaires des vents.

Les vents mesurés sont majoritairement des vents faibles ne favorisant pas une dispersion efficace des polluants. En effet, les vents de force 0 à 3 représentent 88,5 % des vents mesurés.
Les épisodes venteux important (vents de force supérieure ou égale à 4) permettant une dispersion efficace des polluants sont peu fréquents (11 ,5 % de la période de mesure).

❖ **Précipitations**

Lors de la campagne de mesure (12 jours), il n'y a pas eu de précipitions.
Cela s'avère ainsi une période sèche, ne permettant pas la dissolution des polluants et ne favorisant pas la retombée des particules au sol.

❖ **Ensoleillement**

Les durées d'ensoleillement pendant la période de mesure sont illustrées dans la planche suivante.

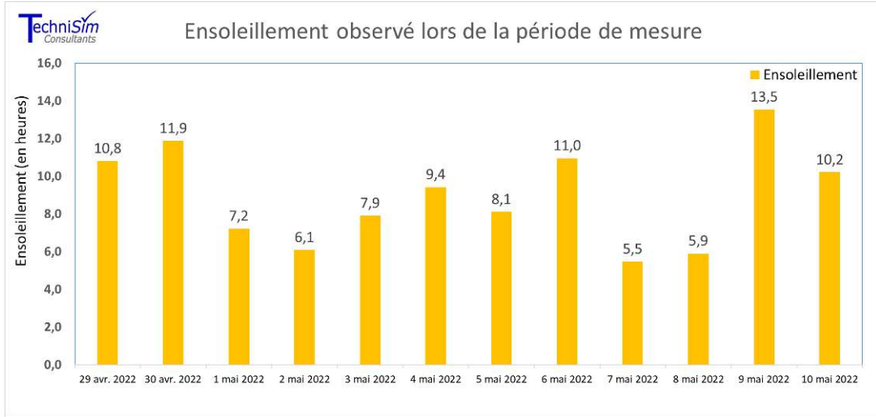


Figure 151 : Ensoleillement enregistré lors de la période de mesure

Le cumul des heures d'ensoleillement a été de 107,4 h sur 12 jours, soit en moyenne 9,0 h/j. L'ensoleillement sur cette période est supérieur à la normale, la moyenne pondérée (pour 12 jours) d'avril/mai étant de 69,6 h (soit 5,8 h/j) [Données Météo-France 1981-2010], soit un écart à la normale de saison de +54,3 %.

ANNEXE N°4 : PRESENTATION DES DOCUMENTS DE PLANIFICATION

Les objectifs d'amélioration de la qualité de l'air sont fixés par les politiques publiques dans des plans qui existent à différents niveaux.
On peut distinguer 2 types de plans :

- Des plans clairement basés sur des objectifs d'amélioration de la qualité de l'air : le futur Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'égalité des Territoires Schéma Régional Climat Air Énergie (SRADDET), les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA), les Plans Locaux de Qualité de l'Air (PLQA).
- Des plans non orientés prioritairement sur l'amélioration de la qualité de l'air mais ayant un impact sur elle : les Plans de Déplacements Urbains (PDU), les Plans Climat (Air) Énergie Territoriaux (PCAET), les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), les Plans Locaux de l'Urbanisme, le Plan Régional Santé Environnement (PRSE).

La figure suivante présente l'articulation des documents de planification entre eux.

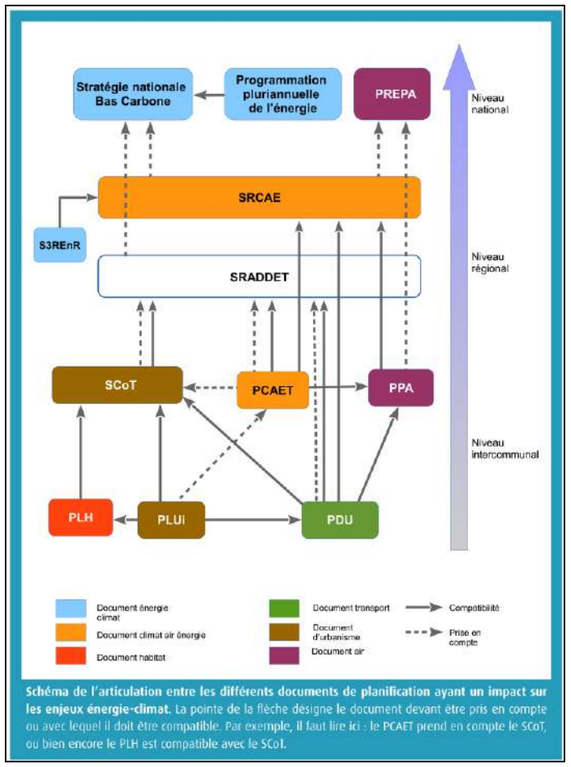


Figure 152 : Articulation des plans et schémas ayant lien avec la qualité de l'air (Source : CEREMA**)**

Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air [PRSQA]

Le Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air de la Région Normandie 2017-2021 (étendu à 2022) a pour ambition de présenter, en lien direct avec les orientations nationales, les principales orientations de l'association Atmo Normandie.
Il décline l'ensemble des thématiques qui seront couvertes par l'activité de l'association et les orientations structurelles qi permettront de les atteindre.
Il est construit autour de 4 axes structurant autour de l'objectif commun d'amélioration de la qualité de l'air et la minimisation de l'impact des pollutions atmosphérique de la population et de l'environnement :

- Consolider l'observatoire régional de la qualité de l'air ;
- S'engager sur les territoires en appui des partenaires,
- Améliorer les connaissances, anticiper et s'adapter ;
- Développer une communication mobilisatrice et innovante.

Afin d'atteindre ces objectifs il s'appuie sur la poursuite de la construction des liens forts de l'association avec les acteurs locaux tant publics que privés et le soutien de l'échelon national en restant attentif au maintien des équilibres.

Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires [SRADDET]

La loi portant nouvelle organisation territoriale de la République dite loi NOTRe crée un nouveau schéma de planification dont l'élaboration est confiée aux régions : le "Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires" (SRADDET).

Ce schéma doit respecter les règles générales d'aménagement et d'urbanisme à caractère obligatoire ainsi que les servitudes d'utilité publique affectant l'utilisation des sols. Il doit être compatible avec les SDAGE (Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux), ainsi qu'avec les plans de gestion des risques inondations. Il doit prendre en compte les projets d'intérêt général, une gestion équilibrée de la ressource en eau, les infrastructures et équipements en projet et les activités économiques, les chartes des parcs nationaux sans oublier les schémas de développement de massif.
Il se substitue ainsi aux schémas préexistants tels que le schéma régional climat air énergie, le schéma régional de l'intermodalité, et le plan régional de prévention et de gestion des déchets, le schéma régional de cohérence écologique.

Les objectifs du SRADDET s'imposent aux documents locaux d'urbanisme (SCoT et, à défaut, des plans locaux d'urbanisme [PLU], des cartes communales, des plans de

déplacements urbains [PDU], des plans climat-énergie territoriaux [PCAET] et des chartes de parcs naturels régionaux) dans un rapport de prise en compte, alors que ces mêmes documents doivent être compatibles avec les règles générales du SRADDET. Le SRADDET intégrera le SRCAE.

Les régions avaient jusqu'à fin juillet 2019 pour élaborer et adopter leur SRADDET.

Le SRADDET vient se substituer à compter de son approbation aux schémas préexistants suivants : schéma régional climat air énergie (SRCAE), schéma régional de l'intermodalité, plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD), schéma régional de cohérence écologique (SRCE).
Les SCoT (à défaut PLU(i), cartes communales ou les documents en tenant lieu), ainsi que les PDU, PCAET et chartes de PNR doivent prendre en compte les objectifs du SRADDET et être compatibles avec les règles du SRADDET.

Pour la région Normandie, le SRADDET a été arrêté et adopté en 2019 et approuvé par le Préfet de la Région Normandie le 2 juillet 2020.

Le SRADDET Normandie porte la stratégie régionale pour un aménagement durable et attractif du territoire. À cette fin, il définit 74 objectifs à moyen et long terme (2030 et 2050) à destination des acteurs publics de la région, répartis comme suit :

I – Définir des objectifs communs à l'ensemble des champs du SRADDET

- A - Préciser les objectifs à atteindre au regard de l'intitulé du schéma :
  - 1– Accompagner les mutations sociodémographiques ;
  - 2– Lutter contre le changement climatique ;
  - 3– Limiter les impacts du changement climatique ;
  - 4– Foncier : Poser la conciliation des usages comme impératif ;
  - 5– Favoriser une vision intégrée de la biodiversité dans l'aménagement du territoire ;
  - 6– Assurer la couverture numérique du territoire.
- B – S'inscrire dans une logique prospective, stratégique et innovante.

II – Territorialiser certains grands enjeux

  - 7– Construire le système métropolitain normand ;
  - 8– Déployer le projet de développement durable de la vallée de la Seine ;
  - 9– Valoriser les atouts du littoral normand ;
  - 10– Protéger les espaces naturels littoraux ;
  - 11– Préserver des relations étroites avec les acteurs transmanche ;
  - 12– Développer de nouvelles coopérations interrégionales ;
  - 13– Mettre en place des outils spécifiques d'aménagement durable pour les « franges franciliennes » ;
  - 14– S'appuyer sur l'approche expérimentale des parcs naturels régionaux.

III – Fonder l'attractivité internationale de la Normandie sur la robustesse et la capacité d'adaptation de son modèle de développement

- A – Consolider la place de carrefour de la Normandie :
  - 15– Renforcer l'ouverture maritime de la Normandie ;
  - 16– Conforter la place de carrefour économique de la Normandie ;
  - 17– Faire de la Normandie un acteur du transport maritime international ;
  - 18– Développer le tourisme de croisière fluvial et maritime ;
  - 19– Penser un écosystème économique et logistique au profit des normands ;
  - 20– Développer une stratégie logistique normande ;
  - 21– Construire une offre aéroportuaire normande ;
  - 22– Renforcer le réseau routier normand et sa connexion au réseau national et international ;
  - 23– Concevoir les réseaux d'énergie dans leur intégration nationale et internationale.
- B – Conforter le maillage du territoire pour répondre aux besoins des habitants :
  - 24– Renforcer les polarités normandes pour un maillage équilibre ;
  - 25– Renforcer les fonctions de centralité dans les villes moyennes et bourgs structurants ;
  - 26– Valoriser la spécificité des villes reconstruites ;
  - 27– Promouvoir les complémentarités entre territoires urbains et ruraux ;
  - 28– Sauvegarder et valoriser les spécificités du monde rural ;
  - 29– Faire évoluer les infrastructures pour conforter le maillage normand ;
  - 30– Identifier les facteurs d'innovations ;
  - 31– Faire de l'offre de services un vecteur d'équilibre des territoires et d'égalité pour les habitants ;
  - 32– S'appuyer sur la mise en œuvre des schémas départementaux ;
  - 33– Accroitre les interconnexions entre formation et emploi ;
  - 34– Développer l'offre culturelle et sportive ;

- 35– Agir pour la santé contre les inégalités sociales et territoriales ;
- 36– Diminuer l'exposition aux polluants atmosphériques pour améliorer la qualité de vie et la santé des normands ;
- 37– Valoriser les paysages comme reflet des activités humaines et accompagner leurs mutations ;
- 38– Repenser la ville pour ses habitants ;
- 39– Agir sur les déterminants de l'habitat pour conforter les pôles ;
- 40– Définir les conditions permettant des parcours résidentiels différenciés ;
- 41– Améliorer le confort et la qualité environnementale des logements ;
- 42– Améliorer l'offre de mobilité ;
- 43– Créer les conditions d'une intermodalité efficace ;
- 44– Favoriser de nouvelles pratiques dans les zones peu denses.

- C – Créer les conditions du développement durable :
  - 45– Fonder la transition écologique et énergétique sur l'éducation au développement durables ;
  - 46– Limiter l'impact de l'urbanisation et des aménagements sur la biodiversité et les espaces naturels ;
  - 47– Préserver la qualité de l'eau et des milieux aquatiques, de la terre à la mer ;
  - 48– Réduire les risques naturels liés à l'eau et prévenir l'impact du changement climatique ;
  - 49– Mobiliser les outils fonciers pour limiter l'artificialisation des sols et concilier les usages ;
  - 50– Optimiser la gestion de l'espace par la requalification des friches ;
  - 51– Économiser l'énergie grâce à la sobriété et l'efficacité énergétique ;
  - 52– Augmenter la part des énergies renouvelables dans les consommations énergétiques de la Normandie ;
  - 53– Réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre d'origine non énergétique ;
  - 54– Adapter les objectifs nationaux de prévention et de gestion des déchets aux particularités régionales ;
  - 55– Planifier les installations de gestion des déchets pour atteindre les objectifs du territoire ;
  - 56– Doter la Normandie d'une stratégie globale de développement de l'économie circulaire ;
  - 57– Expérimenter quatre boucles locales d'économie circulaire.

IV – Poursuivre la co-construction du projet de territoire ;

- A – Poursuivre la démarche itérative de co-construction.
- B – Privilégier l'innovation et l'expérimentation :
  - 58– Mettre en évidence les interdépendances sur le territoire ;
  - 59– Innover dans la gouvernance pour améliorer l'efficacité de l'action publique.
- C – S'appuyer sur la mise en œuvre des objectifs régionaux préalablement définis
  - 60– Territorialiser l'ambition économique régionale ;
  - 61– Maintenir et restaurer les ensembles bocagers, identité forte de la Normandie ;
  - 62– Préserver et restaurer la fonctionnalité des milieux littoraux ;
  - 63– Restaurer et préserver le réseau de pelouses calcicoles ;
  - 64– Restaurer la continuité écologique du réseau hydrographique et les milieux naturels associés ;
  - 65– Préserver les espaces boisés et leur fonctionnalité ;
  - 66– Promouvoir les actions en faveur de la biodiversité dans les secteurs de grandes cultures ;
  - 67– Préserver les milieux rares et singuliers ;
  - 68– Rappeler la spécificité des zones Natura 2000 ;
  - 69– Réduire les consommations énergétiques et les émissions de Gaz à Effet de Serre ;
  - 70– Produire et stocker de l'énergie à partir de sources renouvelables, et développer des réseaux adaptés ;
  - 71– Améliorer la qualité de l'air régionale, en mobilisant tous les secteurs d'activité ;
  - 72– Contribuer à l'atteinte des objectifs nationaux en matière de prévention et de gestion des déchets ;
  - 73– Décliner des objectifs spécifiques de prévention des déchets pour la Normandie ;
  - 74– Décliner des objectifs spécifiques de recyclage et de valorisation des déchets pour la Normandie .
- D – Être en capacité d'intégrer les approches développées par l'ensemble des acteurs du territoire.

❖ **Zones sensibles pour la qualité de l'air**

Les zones sensibles pour la qualité de l'air sont données dans le SRADDET. La méthodologie pour la définition des zones sensibles est celle appliquée dans les anciens SRCAE.
Dans ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air doivent être jugées préférables à d'éventuelles actions portant sur le climat et dont la synergie avec les actions de gestion de la qualité de l'air n'est pas assurée.
Le SRCAE nécessitait de cartographier des zones dites sensibles en ce qui concerne la qualité de l'air. Ces zones se définissent par une forte densité de la population (ou la présence de zones naturelles protégées) et par des dépassements des valeurs limites pour certains polluants (PM10 et NO_2).

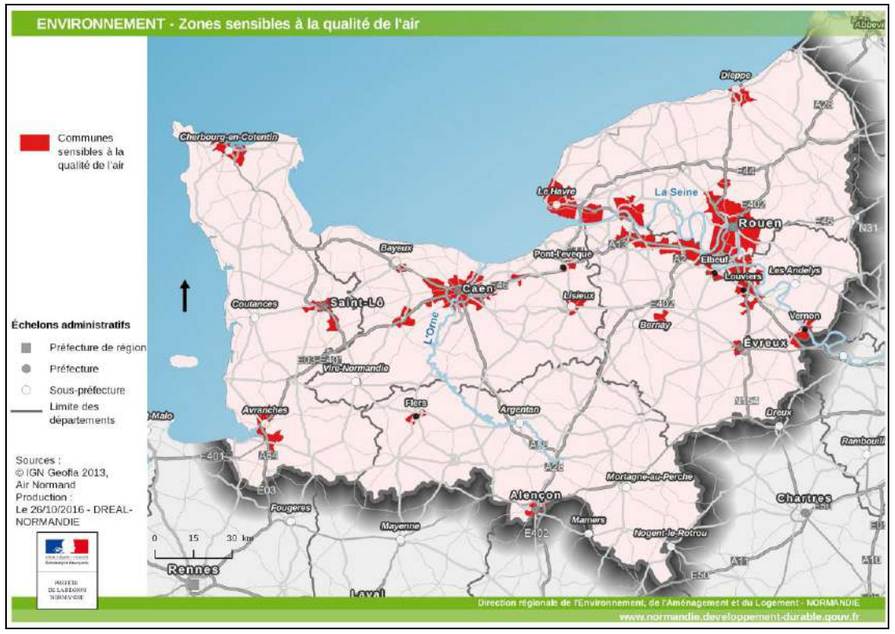


Figure 153 : Zones sensibles pour la qualité de l'air en Normandie (Source : DREAL Normandie**)**

En Normandie, 183 communes sensibles à la qualité de l'air sont identifiées (au regard de leur population et de la fréquence des dépassements des valeurs réglementaires en NOx et PM10). Elles représentent un peu plus de 6 % de la surface régionale et concernent 40 % de la population.
Globalement les agglomérations les plus peuplées et l'axe autoroutier A13 entre Rouen et Le Havre ressortent particulièrement.

La zone d'étude du projet est incluse dans la zone sensible pour la qualité de l'air au sens du SRCAE.

Plan de Protection de l'Atmosphère [PPA]

La Directive européenne 2008/50/CE concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant prévoit que, dans les zones et agglomérations où les normes de concentration de polluants atmosphériques sont dépassées, les États membres doivent élaborer des plans ou des programmes permettant d'atteindre ces normes.
En droit français, outre les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont dépassées ou risquent de l'être, des **P**lans de **P**rotection de l'**A**tmosphère (PPA) doivent être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants. L'application de ces dispositions relève des articles L.222-4 à L.222-7 et R. 222-13 à R.222-36 du Code de l'environnement.

Le PPA est un plan d'actions - arrêté par le préfet - qui a pour **unique objectif** de **réduire les émissions de polluants atmosphériques** et de **maintenir** ou **ramener** dans la **zone du PPA concerné les concentrations en polluants** à des **niveaux inférieurs** aux **normes fixées** à **l'article R. 221-1 du Code de l'environnement**.
Il doit fixer des objectifs de réduction, réaliser un inventaire des émissions des sources de polluants, prévoir en conséquence des mesures qui peuvent être contraignantes et pérennes pour les sources fixes (installations de combustion, usines d'incinération, stations-services, chaudières domestiques, etc.) et mobiles, et définir des procédures d'information et de recommandation ainsi que des mesures d'urgence à mettre en œuvre lors des pics de pollution.
Chaque mesure doit être encadrée fonctionnellement et temporellement en vue de sa mise en œuvre, et est accompagnée d'estimations de l'amélioration de la qualité de l'air escomptée. La mise en application de l'ensemble de ces dispositions doit être assurée par les autorités de police et les autorités administratives en fonction de leurs compétences respectives. Dès lors qu'elles auront été reprises dans des arrêtés, les mesures du PPA seront opposables.

Le bilan de la mise en œuvre du PPA doit être présenté annuellement devant le **CO**nseil **D**épartemental de l'**E**nvironnement et des **R**isques **S**anitaires et **T**echnologiques (CODERST) et, au moins tous les cinq ans, la mise en œuvre du plan fait l'objet d'une évaluation par le ou les préfets concernés pour décider de son éventuelle mise en révision.

Le PPA doit être compatible avec les grandes orientations données par le Schéma Régional Climat-Air-Énergie (voir section 3 de cette partie) en remplacement du **P**lan **R**égional pour la **Q**ualité de l'**A**ir (PRQA). En revanche, le lien de compatibilité est inversé avec le **Pl**an de **D**éplacements **U**rbains (PDU) qui touche également la qualité de l'air au niveau local par

ses objectifs inscrits dans la loi LOTI, à savoir : la diminution du trafic automobile, le développement des transports collectifs et des moyens de déplacement moins polluants, l'aménagement et l'exploitation du réseau principal de voirie d'agglomération, l'organisation du stationnement dans le domaine public, le transport et la livraison des marchandises et l'encouragement pour les entreprises et les collectivités publiques de favoriser le transport de leur personnel.

Dans la région Normandie, il n'existe qu'un seul PPA couvrant l'ensemble des deux départements (Eure et Seine-Maritime) de l'ancienne région Haute-Normandie.
La commune de Rouen fait partie du périmètre de ce PPA approuvé en 2014.

Le PPA Haute-Normandie fixe des objectifs en termes de :

- **Qualité de l'air** : Respecter les valeurs limites réglementaires et les objectifs qualité à l'horizon 2015.
- **Santé Publique** : Éliminer l'exposition aux dépassements d'ici 2015, réduire l'exposition aux PM10 de 5 % d'ici 2015, et aux PM2,5 de 10 % d'ici 2020.
- **Qualité de vie** : Réduire les nuisances, et contribuer aux atteintes des objectifs des émissions de GES en cohérence avec les objectifs SRCAE (Réduire de 20 % les émissions de GES par rapport à 2005 à l'horizon 2020).

Ce PPA comprend 20 actions réparties comme suit :

- Actions structurelles
  - Animation et suivi du PPA ;
  - Outils d'évaluation de la qualité de l'air ;
  - Outils d'évaluation socio-économique des plans et programmes environnementaux ;
  - Plan de communication autour de la qualité de l'air et des bonnes pratiques citoyennes ;
- Secteurs agricole et rural
  - Évaluation et diffusion des bonnes pratiques ;
- Secteur industriel
  - Entreprises citoyennes ;
  - Évaluation et pérennisation des mesures PPA 2007 ;
  - Collaborations locales pour la qualité de l'air ;
- Secteur portuaire / Grands Ports Maritimes
  - Réduction des émissions des navires de haute mer ;
  - Plans d'actions portuaires pour la qualité de l'air ;
  - Prédéfinition d'un index de performance environnementale de passage de la marchandise dans les zones portuaires ;
- Secteur des transports
  - Intégration du volet « Air » dans le programme « Objectif CO_2 : es transporteurs s'engagent »
  - Développement d'actions coordonnées de réduction des émissions liées au trafic routier ;
- Secteur résidentiel et tertiaire
  - Développement d'actions coordonnées de maîtrise des émissions liées au chauffage ;
- Secteurs collectivités locales
  - Mitigation des pollutions de proximité ;
  - Intégration des enjeux environnementaux dans les processus de planification ;
- Actions intersectorielles
  - Gestion des alertes ;
  - Villes et territoires intelligents ;
  - Maîtrise des émissions de particules dans la filière transport et stockage des céréales ;
  - Procédures pré-alertes en cas de pollution par les particules

Ce PPA est actuellement en révision.

Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques [PREPA]

Ce plan, prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour le PRÉPA fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. C'est l'un des outils de déclinaison de la politique climat-air-énergie. Ce plan combine les différents outils de la politique publique en matière de réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.

Tel que prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, le PRÉPA est composé par :

- un décret fixant des objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030
- un arrêté établissant -pour la période 2016-2020 - les actions prioritaires retenues et les modalités opérationnelles pour y parvenir.

La consultation du public s'est terminée le 27 avril 2017 et le décret est paru le 11 mai 2017 au Journal Officiel.

Les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques, en application de l'*Article L. 222-9 du Code de l'Environnement*, sont présentés dans le *Décret N° 2017-949 du 10 mai 2017* fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques.
Ces derniers sont présentés dans le tableau qui va suivre.

Tableau 92: Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques

POLLUANTS	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	À partir de 2030
SO_2	-55 %	-66 %	-77 %
NOx	-50 %	-60 %	-69 %
COVNM	-43 %	-47 %	-52 %
NH_3	-4 %	-8 %	-13 %
PM2,5	-24 %	-42 %	-57 %

Les actions prioritaires sont présentées dans l'arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques.
Les actions relevant du domaine des transports et de la mobilité sont les suivantes :

- Convergence de la fiscalité entre l'essence et le gazole et alignement des régimes de déductibilité de la TVA entre l'essence et le gazole.
- Encouragement de la mise en place de plans de mobilité par les entreprises et les administrations, ainsi que de l'utilisation des vélos :
  - Encouragement de l'utilisation des véhicules les moins polluants ;
  - Accompagnement technique et financier à la mise en place des ZCR [zones à circulation restreinte] ;
  - Utilisation des certificats qualité de l'air (CRIT'AIR) dans les ZCR et les zones visées par la circulation différenciée ;
  - Encouragement de la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat de véhicules plus propres à l'aide de bonus écologiques et de primes à la conversion ;
  - Développement des infrastructures pour les carburants propres au titre du cadre national pour les carburants alternatifs ;
  - Renouvellement du parc public par des véhicules faiblement émetteurs (Article 37 de la Loi de transition énergétique).
- Renforcement des contrôles des émissions des véhicules routiers et engins mobiles non routiers.

Plan Climat Énergie Territorial

La loi « Grenelle II », du 12 juillet 2010, instaure l'obligation pour toutes les collectivités de plus de 50 000 habitants de se doter d'un **P**lan **C**limat-**É**nergie **T**erritorial (PCET).
Pour contribuer à la lutte contre le changement climatique, la France s'est engagée, au niveau européen et mondial, sur des objectifs très ambitieux.
Le PCET est un outil de planification d'actions concrètes, à court, moyen et long termes (horizon 2050), relatives à la lutte contre le changement climatique qui s'opère.
Ce plan d'action vise 2 objectifs :

- « **l'Atténuation** » : réduire les émissions de gaz à effet de serre du territoire par des mesures de sobriété et d'efficacité énergétique et par le développement d'énergies renouvelables
- « **l'Adaptation** » : identifier les vulnérabilités locales dues au changement climatique et développer un scénario d'adaptation

En 2014, le Plan Climat Énergie Territorial est devenu Plan Climat Air Énergie Territorial.

Plan climat-air-énergie territorial (PCAET)

Le **P**lan **C**limat-**A**ir-**É**nergie **T**erritorial définit - dans les champs de compétence de la collectivité publique concernée - les objectifs stratégiques et opérationnels afin d'atténuer le réchauffement climatique et de s'y adapter, le programme des actions à réaliser afin d'améliorer l'efficacité énergétique et de réduire l'impact des émissions de gaz à effet de serre, et un dispositif de suivi et d'évaluation des résultats.

Depuis la *Loi du 17 aout 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte*, seuls les établissements publics de coopération intercommunale étaient soumis à cette obligation :

- au plus tard le 31 décembre 2016 pour les établissements publics de coopération intercommunale de plus de 50 000 habitants existants au 1er janvier 2015
- au plus tard le 31 décembre 2018 pour les établissements publics de coopération intercommunale de plus de 20 000 habitants existants au 1er janvier 2017

Les PCAET doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale afin de démontrer que les actions prévues permettent d'atteindre les objectifs assignés au territoire et de vérifier qu'elles prennent en compte les enjeux environnementaux et sanitaires liés à l'énergie et à sa production, ceux liés à la qualité de l'air et ceux conditionnés par le changement climatique (notamment les risques naturels et les enjeux liés à l'eau).

Le PCAET devra contenir :

- Un bilan d'émissions de gaz à effet de serre du territoire
- Des objectifs stratégiques et opérationnels en matière d'atténuation et d'adaptation au changement climatique
- Un plan d'actions portant sur :
  - l'amélioration de l'efficacité énergétique
  - le développement coordonné des réseaux de distribution d'électricité, de gaz et de chaleur
  - l'augmentation de la production d'énergies renouvelables
  - la valorisation du potentiel d'énergie issue de la récupération
  - le développement du stockage et l'optimisation de la distribution d'énergie
  - le développement de territoires à énergie positive
  - la limitation des émissions de gaz à effet de serre
  - l'anticipation des impacts du changement climatique
  - la mobilité sobre et décarbonée
  - la maîtrise de la consommation d'énergie de l'éclairage public (si compétence
  - le schéma directeur de développement de réseau de chaleur
  - la lutte contre la pollution atmosphérique (s'il existe un plan de protection de l'atmosphère)
- Un dispositif de suivi et d'évaluation

La planche suivante illustre l'état d'avancement de réalisation des PCAET en Normandie en mars 2022[62].

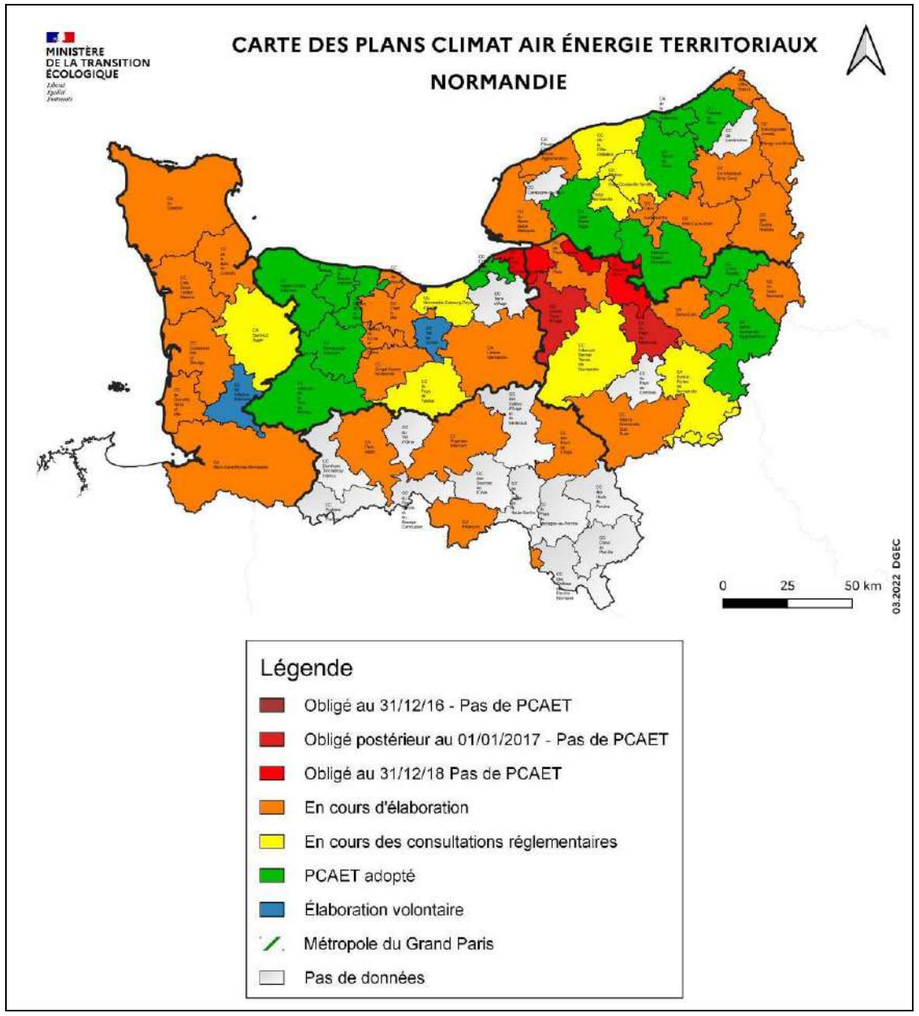


Figure 154 : Carte de l'état d'avancement des PCAET en Normandie au 01 mars 2022

Rouen fait partie de la Métropole Rouen Normandie dont le PCAET fut adopté par le conseil métropolitain le 16 décembre 2019.

[62] https://www.territoires-climat.ademe.fr/ressource/642-232

Le PCAET de la Métropole Rouen Normandie est divisé en 41 fiches actions :

- Mettre en place un service public de la rénovation énergétique des logements.
- Soutenir le renouvellement des appareils de chauffage au bois peu performants.
- Soutenir et accompagner la rénovation énergétique des bâtiments tertiaires.
- Soutenir la construction ou l'extension des bâtiments bas-carbone et de conception bioclimatique.
- Apaiser les déplacements à l'échelle des mailles territoriales.
- Créer un « Living Lab Rouen Mobilité ».
- Rationaliser l'accessibilité routière du territoire.
- Consolider la performance et l'attractivité de l'offre en transport collectif urbain.
- Favoriser l'usage des modes actifs.
- Promouvoir la mobilité durable auprès des salariés travaillant sur le territoire de la Métropole.
- Connecter les différents réseaux de mobilité.
- Développer les outils numériques en faveur de la mobilité durable.
- Partager les véhicules particuliers.
- Promouvoir les véhicules décarbonés.
- Partager les connaissances des pratiques de mobilité afin de sensibiliser et mobiliser les acteurs du territoire.
- Accompagner les acteurs du territoire dans le développement des projets « EnR&R ».
- Filières bois-énergie.
- Filière chaleur de récupération.
- Filière solaire.
- Production de gaz renouvelable.
- Structurer et développer les réseaux de distribution de l'énergie.
- Améliorer la connaissance et la communication autour des enjeux « air ».
- Promouvoir un urbanisme durable.
- Développer des aménagements exemplaires.
- Améliorer les connaissances de l'impact local du changement climatique.
- Préserver les ressources en eau.
- Prévenir et lutter contre les risques d'inondation.
- Préserver la biodiversité locale.
- Développer une offre alimentaire de qualité, durable et accessible à tous.
- Soutenir une agriculture durable, innovante et intégrée dans la transition énergétique et écologique.
- Dynamiser la gestion forestière du territoire.
- Favoriser le rôle de stockage carbone des milieux agricoles, forestiers et naturels.
- Soutenir et accompagner les acteurs économiques du territoire dans la démarche « zéro déchets ».
- Porter l'Accord de Rouen pour le climat.
- Accompagner les communes dans leur transition énergétique et écologique.
- Favoriser la participation citoyenne.
- Accompagner les acteurs du secteur industriel.
- Favoriser la coopération décentralisée et la solidarité internationale.
- Favoriser la performance énergétique et le développement des énergies renouvelables au sein du patrimoine de la Métropole.
- Promouvoir la mobilité durable au sein des services de la Métropole.
- Intégrer des critères environnementaux dans le fonctionnement interne des services.

Loi de transition énergétique pour la croissance verte

La Loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe les grands objectifs d'un nouveau modèle énergétique français et vise à encourager une « croissance verte » en réduisant la facture énergétique de la France et en favorisant les énergies propres et sûres.
Les thèmes suivants sont abordés :

- Rendre les bâtiments et les logements économes en énergie.
- Donner la priorité aux transports propres :
  - Aider à remplacer les vieux véhicules diesel par des voitures électriques ;
  - Favoriser le covoiturage en entreprise ;
  - Inciter à réaliser les trajets domicile-travail à vélo.
- Viser un objectif « zéro gaspillage ».
- Monter en puissance sur les énergies renouvelables.
- Lutter contre la précarité énergétique.

Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte [TEPCV]

Un Territoire à Énergie Positive pour la Croissance Verte (TEPCV) est un territoire d'excellence de la transition énergétique et écologique.
La collectivité concernée s'engage à réduire les besoins en énergie de ses habitants, des constructions, des activités économiques, des transports, des loisirs.
Elle propose un programme global pour un nouveau modèle de développement, plus sobre et plus économe.

Les conventions financières TEPCV financent des actions concrètes dans les 6 domaines de la Transition Écologique et Énergétique :

- La réduction de la consommation d'énergie : par notamment des travaux d'isolation des bâtiments publics, l'extinction de l'éclairage public après une certaine heure…
- La diminution des pollutions et le développement des transports propres : par l'achat de voitures électriques, le développement des transports collectifs et du covoiturage…
- Le développement des énergies renouvelables : avec par exemple la pose de panneaux photovoltaïques sur les équipements publics, la création de réseaux de chaleur…
- La préservation de la biodiversité : par la suppression des pesticides pour l'entretien des jardins publics, le développement de l'agriculture et de la nature en ville….
- La lutte contre le gaspillage et la réduction des déchets : avec la suppression définitive des sacs plastique, des actions pour un meilleur recyclage et diffusion des circuits courts pour l'alimentation des cantines scolaires….
- L'éducation à l'environnement : en favorisant la sensibilisation dans les écoles, l'information des habitants…

Et soutiennent des actions qui ne disposent pas déjà d'un mécanisme de financement État (ADEME, tarifs de rachat énergies renouvelables…).

La carte suivante présente les TEPCV en Normandie en 2017.

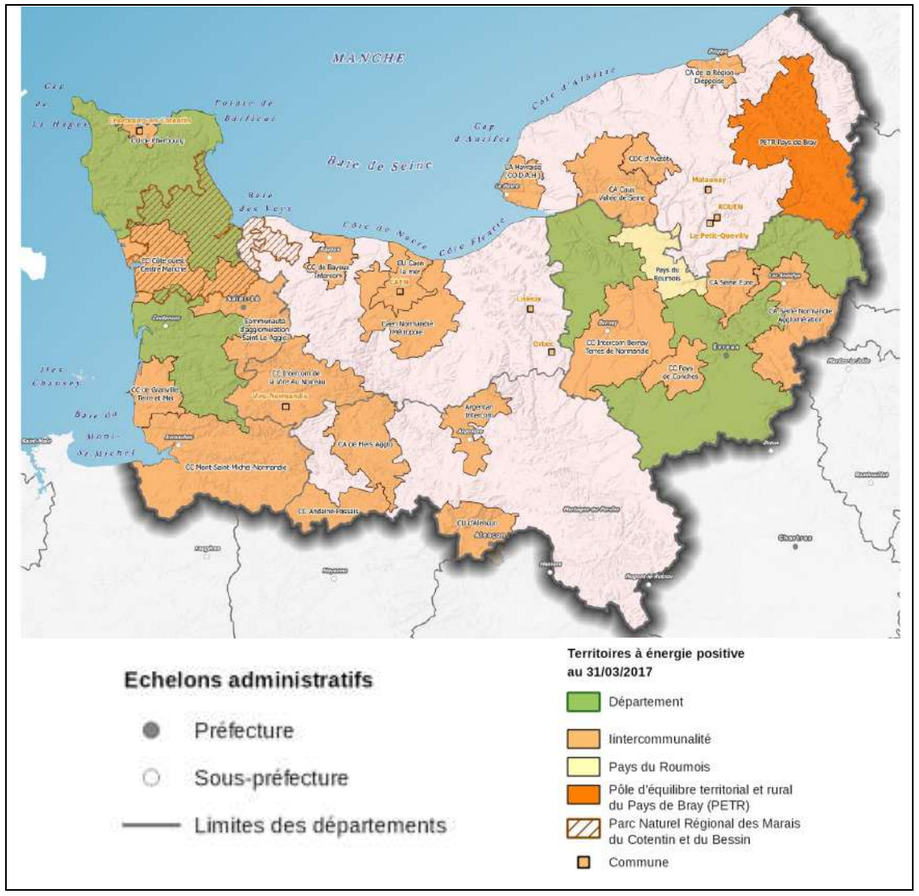


Figure 155 : Carte des Territoires à Énergie Positive pour la Croissance Verte en Normandie en 2017

La commune de Rouen est un territoire labellisé TEPCV.

À Rouen la priorité a été donnée sur la rénovation thermique des écoles pour limiter le gaspillage énergétique et les charges financières qui vont avec, l'éducation à l'environnement, et les questions de mobilité alternatives (voitures électriques notamment).

Une subvention supplémentaire de 2 millions d'euros fut signée le 19 mai 2016 pour la rénovation thermique de l'Hôtel de Ville.

Contrat de transition écologique [CTE]

Le dispositif CTE (Contrat de Transition Écologique) succède à TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte).
Lancés en 2018, les contrats de transition écologique (CTE) traduisent les engagements environnementaux pris par la France (Plan climat, COP21, One Planet Summit) au niveau local. Ce sont des outils au service de la transformation écologique de territoires volontaires, autour de projets durables et concrets.
Mis en place par une ou plusieurs intercommunalités, le CTE est co-construit à partir de projets locaux, entre les collectivités locales, l'État, les entreprises, les associations… Les territoires sont accompagnés aux niveaux technique, financier et administratif, par les services de l'État, les établissements publics et les collectivités. Le CTE fixe un programme d'actions avec des engagements précis et des objectifs de résultats.

Ce dispositif est une démarche volontaire qui fixe les grands objectifs et engagements en matière de transition écologique à l'échelle privilégiée des EPCI et de leurs groupements.

La commune de Rouen fait partie de la Métropole Rouen Normandie dont le Contrat de Transition Écologique (CTE) fut signé le 20 février 2020.

Le CTE de la Métropole Rouen Normandie repose sur quatre axes : la transition énergétique, l'accompagnement du secteur économique dans la transition écologique, la transition alimentaire et l'évaluation de la transition écologique.

Pour atteindre ces objectifs, la Métropole prévoit dans un premier temps le déploiement de 8 actions, révélatrices de l'esprit et de la dynamique collective du présent contrat :

- La structuration d'un service d'accompagnement à la rénovation énergétique pour le rendre facilement accessible du grand public.
- Le développement d'un écosystème d'acteurs et des outils techniques et financiers autour des projets d'énergies renouvelables.
- L'analyse de potentiels de récupération de chaleur fatale industrielle et du modèle économique sur la zone industrialo-portuaire.
- L'accompagnement des petites et moyennes entreprises dans la transition écologique.
- L'accompagnement des transformations structurelles de l'économie.
- Le développement des usages numériques responsables dans l'activité économique du territoire.
- L'émergence d'une filière légumes de plein champ.
- L'évaluation des politiques et des actions du territoire autour de la transition écologique.

Contrat de relance et de transition écologique [CRTE]

En novembre 2020, les Contrats de Relance et de Transition écologique (CRTE) prennent la suite des Contrats de Transition écologique (CTE).
Les CRTE répondent à une triple ambition : la transition écologique, le développement économique et la cohésion territoriale.
Destinés à tous les territoires (rural, urbain, ultra marin), les CRTE ont vocation à participer activement à la réussite du plan « France Relance », le plan de relance économique et écologique de la France, à court terme. À plus long terme, ces contrats permettront d'accélérer les dynamiques de transformations à l'œuvre dans tous les territoires dans les six prochaines années. Ainsi, l'ensemble des territoires de la métropole et des outre-mer se verront proposer l'élaboration d'un CRTE.

Les cartes suivantes[63] présentent les périmètres des CRTE dans le département de Seine-Maritime ainsi que l'état d'avancement des CRTE en France.

[63] https://cartotheque.anct.gouv.fr/

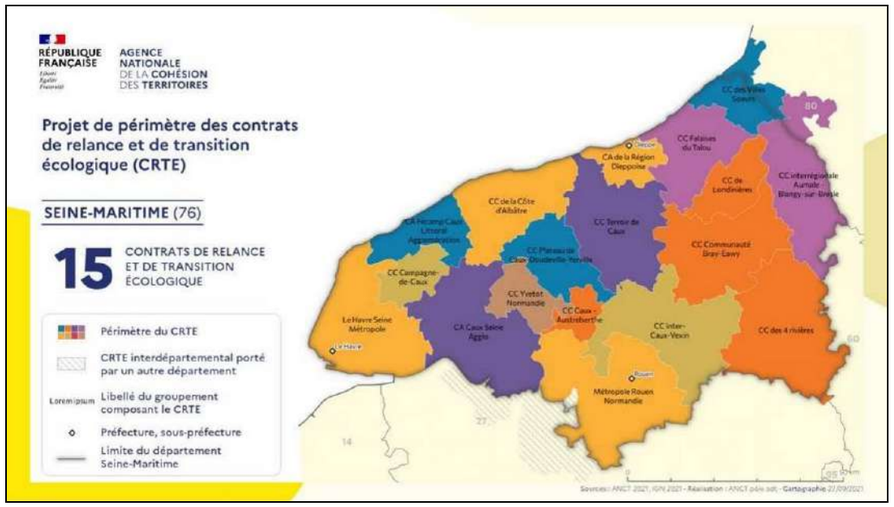


Figure 156 : Périmètre des CRTE dans le département de Seine-Maritime (Source : Agence Nationale de la Cohésion des Territoires)

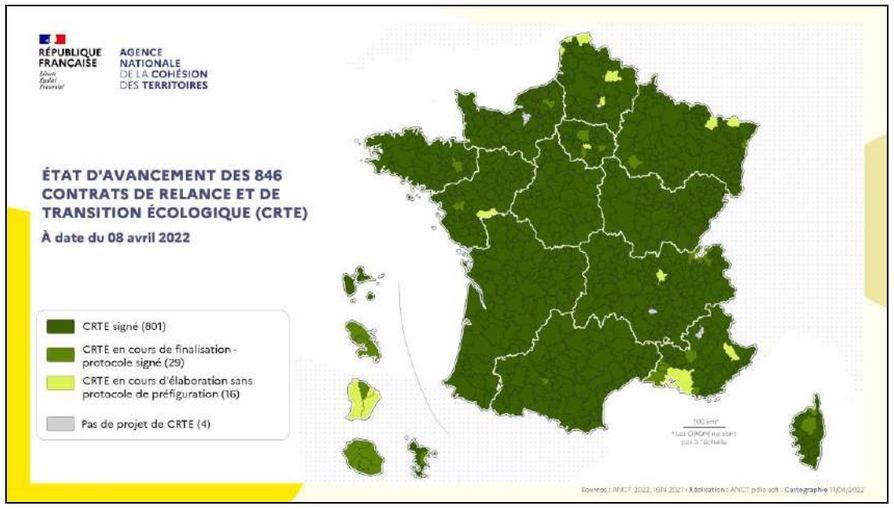


Figure 157 : État d'avancement des 846 CRTE en France au 8 avril 2022

La commune de Rouen appartient à la Métropole Rouen Normandie, ayant conjointement signé un Contrat de Relance et de Transition Écologique (CRTE) avec la Communauté Urbaine Le Havre Seine Métropole en 2021.

Les 2 signataires du CRTE répondent à des priorités stratégiques communes :

- La Vallée de la Seine, un axe stratégique commun.
- Développer des transports en commun propres et performants et faciliter les déplacements sur le territoire.
- Accélérer la transition énergétique du territoire.
- Restaurer les fonctionnalités écologiques pour enraciner l'attrait du territoire.
- Favoriser une économique circulaire et une sobriété foncière.
- Renforcer la cohésion sociale et territoriale.
- Conforter l'attractivité territoriale grâce aux richesses patrimoniales et à une ambition culturelle partagée.
- Conduire les transformations du paysage industrialo-portuaire pour une interface ville-port qualitative.

La Métropole Rouen Normandie répond également à des priorités stratégique propres :

- Développer les transports en commun propres et performants et faciliter les déplacements sur le territoire.
- Accélérer la transition énergétique du territoire.
- Restaurer les fonctionnalités écologiques pour enraciner l'attrait du territoire.
- Favoriser une économie circulaire et une sobriété foncière.
- Renforcer la cohésion sociale et territoriale.
- Conforter l'attractivité territoriale grâce aux richesses patrimoniales et à une ambition culturelle partagée.

Stratégie Nationale Bas Carbone 2 [SNBC 2]

La France s'est engagée, avec la première Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC1 ; 2015-2028) à réduire de 75 % ses émissions GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990 (Facteur 4).
La SNBC (Stratégie nationale bas carbone) par le décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015 fixe un objectif de réduction de l'empreinte carbone nationale pour les secteurs du transport, logement, industrie, agriculture, énergie et déchet.
Les « budgets carbone » sont les plafonds d'émissions de gaz à effet de serre.
Ils sont fixés par périodes successives de 5 ans, pour définir la trajectoire de baisse des émissions. La SNBC permet de mobiliser les financements pour la transition énergétique. Cela passe par un prix du carbone suffisamment élevé, ce qui est fait dans la loi de

transition énergétique pour la croissance verte avec la fixation d'une trajectoire à 56 € par tonne de CO_2 en 2020 et à 100 € par tonne de CO_2 en 2030.

Le ministère de la Transition Écologique et Solidaire a rendu public le 6 décembre 2018 le projet révisé de Stratégie nationale bas-carbone (SNBC2 ; 2019-2033), visant la neutralité carbone en 2050. Ce principe de neutralité carbone impose de ne pas émettre plus de gaz à effet de serre que le territoire peut en absorber *via* notamment les forêts ou les sols.

Le projet de **SNBC 2** a fait l'objet d'une consultation publique du 20 janvier au 19 février 2020. La SNBC 2 a été adoptée le 21 avril 2020. La SNBC 2 vise la neutralité carbone ce qui implique de diviser les émissions de GES au moins par un facteur 6 d'ici 2050, par rapport à 1990.

Les objectifs fixés par cette SNBC révisée par secteur seront les suivants :

- **Transports** : baisse de 28 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 (hors aérien) ;
- **Bâtiment** : baisse de 49 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 ;
- **Agriculture** : baisse de 19 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 46 % en 2050 ;
- **Forets et sous-bois** : maximiser les puits de carbone (séquestration dans les sols, la forêt et les produits bois) en 2050 ;
- **Production d'énergie** : baisse de 33 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et décarbonation complète en 2050 ;
- **Industrie** : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 81 % en 2050 ;
- **Déchets** : baisse de 35 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 et de 66 % en 2050.

La nouvelle version de la SNBC fixe les budgets Carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033 (graphique ci-dessous).

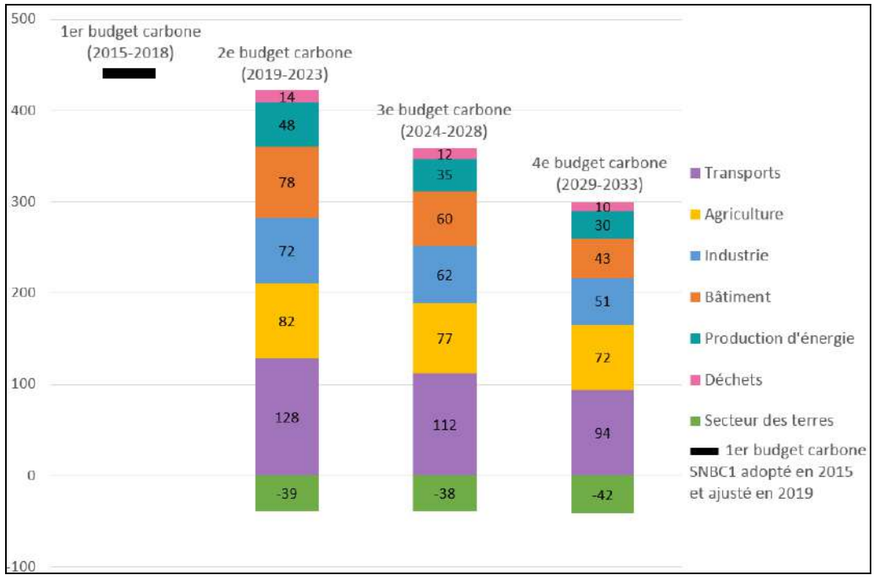


Figure 158 : Budgets carbone par secteur en Mt de CO_2 équivalent tels que définis dans la SNBC 2 (Source : Ministère de transition écologique et solidaire)

Plan de Déplacements Urbains [PDU]

La commune de Rouen fait partie de la Métropole Rouen Normandie, dont le Plan de Déplacements Urbains (PDU) a été signé en décembre 2014.

Son plan d'actions est subdivisé en fiches actions réparties comme suit :

- Poursuivre le développement des infrastructures de déplacements ;
- Favoriser l'intermodalité ;
- Améliorer les performances du réseau de transports collectifs existant ;
- Adapter l'offre collective de transport ;
- Favoriser l'intensification urbaine le long des axes de transports collectifs structurants existants et futurs ;
- Promouvoir un aménagement du territoire favorisant la sobriété énergétique dans les déplacements ;
- Favoriser la pratique de nouvelles formes de mobilité ;
- Fédérer les acteurs autour d'une prise de conscience de l'environnement ;
- Optimiser la place de la voiture sur la voirie et l'espace public ;

- Développer l'usage du vélo ;
- Affirmer la place des modes doux sur l'espace public ;
- Organiser et rationnaliser le transport de marchandises en ville ;
- Renforcer l'attractivité logistique du territoire ;
- Poursuivre l'amélioration des connaissances liées à la mobilité ;
- Adapter les politiques de déplacements en fonction du suivi et de l'évaluation du PDU.

Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi)

La commune de Rouen fait partie de la Métropole Rouen Normandie dont le Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) a été approuvé le 13 février 2020.

Les actions du PLUi sont réparties en 3 axes, définis comme suit :

- 1-Une métropole rayonnante et dynamique :
  - Soutenir la dynamique de projets ;
  - Renforcer l'attractivité résidentielle de la Métropole ;
  - Améliorer l'accessibilité du territoire pour assurer les grandes fonctions métropolitaines ;
  - Créer les conditions du développement économique.
- 2-Pour une métropole garante des équilibres et des solidarités :Inscrire l'évolution de la Métropole dans un objectif de réduction de la consommation foncière ;
  - Organiser le développement urbain dans le respect de l'équilibre des territoires ;
  - Proposer une offre d'habitat équilibrée, diversifiée et de qualité ;
  - Répondre aux besoin des déplacements quotidiens ;
  - Maintenir les équilibres commerciaux favorables à la diversité et au maillage commercial.
- 3-Pour un environnement de qualité et de proximité pour tous :
  - Respecter et conforter les grands milieux naturels, vecteurs d'identité ;
  - Préserver et valoriser les qualités urbaines et paysagères du territoire ;
  - Faire de la nature en ville un gage de qualité du cadre de vie ;
  - Adapter le territoire au changement climatique et gérer durablement les ressources ;
  - Proposer une urbanisation permettant de réduire les nuisances et l'exposition aux risques ;
  - Améliorer la qualité des espaces à vocation d'activités économiques et commerciales.

Contentieux européen

La France a fait l'objet d'un contentieux de l'Union Européenne pour non-respect des valeurs limites de concentration dans l'air de particules PM10.
De 2009 à 2011, la France a reçu plusieurs avertissements de la Commission européenne (mise en demeure, avis motivé, saisine de la Cour de justice de l'Union européenne) pour le non-respect des normes sanitaires de qualité de l'air fixées pour les PM10 (concentration annuelle de 40 µg/m^3 et concentration journalière de 50 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an, en vigueur depuis 2005).

Dans l'ensemble, 12 millions de Français étaient exposés en 2011 aux dépassements des valeurs limites de concentrations en PM10 (source : bilan de la qualité de l'air en France en 2011 et des principales tendances observées au cours de l'année 2011 - MEDDE).
La carte ci-après indique les zones pour lesquelles au moins un dépassement a été enregistré entre 2009 et 2011.
Parmi celles-ci, 15 font l'objet du contentieux engagé par la Commission européenne.

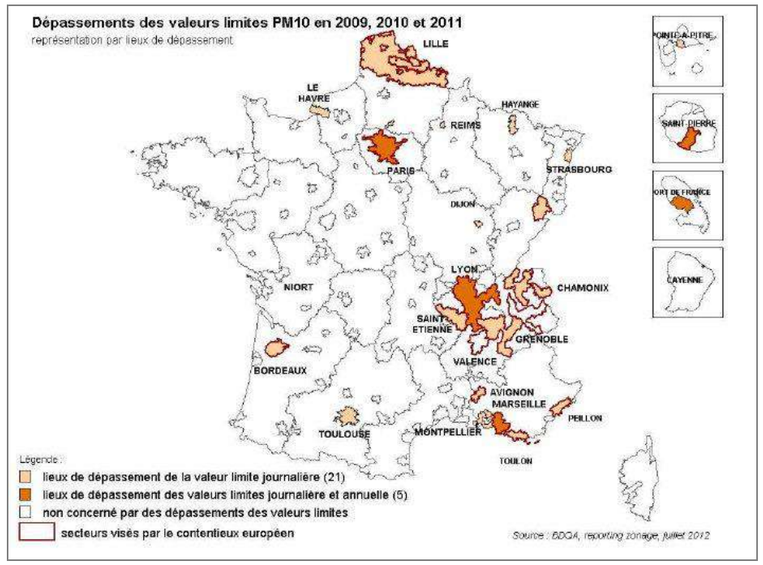


Figure 159: Zones concernées par les dépassements en PM10 – début du contentieux européen

Les zones de dépassement PM10 visées par le contentieux sont celles de : Paris, Marseille, Toulon, Avignon, la zone côtière urbanisée des Alpes-Maritimes, Valenciennes, Dunkerque, Lille, le territoire du Nord-Pas-de-Calais, Montbéliard/Belfort, Grenoble, Lyon, le reste de la région Rhône-Alpes, Bordeaux et l'île de La Réunion.

En février 2013, la Commission européenne a adressé à la France une mise en demeure. Il est reproché à la France de non seulement, ne pas se conformer aux niveaux réglementaires de concentrations de particules dans l'air mais aussi de ne pas mettre en place des plans d'action répondant aux ambitions de la directive.
En avril 2015, la France avait reçu un dernier avis motivé, la phase suivante étant une assignation de la France devant la Cour européenne de justice, avec le risque de se voir imposer de lourdes amendes pour non-respect des normes pour les PM10 pour 10 zones : Douai-Béthune-Valenciennes, Grenoble, Lyon, Marseille, la Martinique, Nice, Paris, Toulon, la zone urbaine régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur et la zone urbaine régionale de Rhône-Alpes.

Pour information, la Commission européenne a décidé le 30 octobre 2020 de saisir la Cour de justice de l'Union européenne d'un recours contre la France relatif à la mauvaise qualité de l'air due à des niveaux élevés de particules (PM10) du fait que la France n'a pas respecté les valeurs limites journalières applicables aux particules PM10 qui sont juridiquement contraignantes depuis 2005. Les données fournies par la France confirment le non-respect systématique des règles de l'Union relatives aux valeurs limites pour les PM10 dans les zones de Paris et de la Martinique sur une durée de, respectivement, douze et quatorze ans.

La France fait également l'objet de demandes d'information de la part de la Commission européenne pour non-respect des valeurs limites de concentration de dioxyde d'azote (NO_2) dans l'air et pour dépassement du plafond national d'émissions d'oxydes d'azote (NOx).

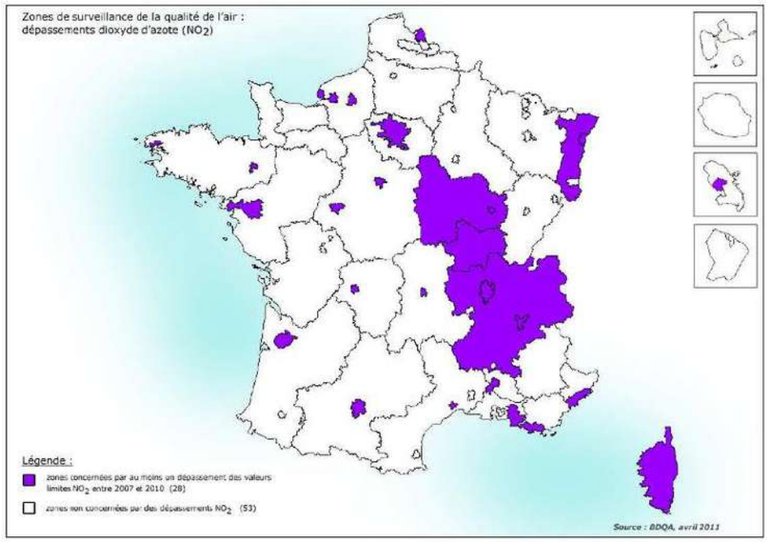


Figure 160 : Zones concernées par les dépassements en NO_2 au début du contentieux européen

En février 2014, la Commission Européenne a engagé une procédure contentieuse contre la France, avec demande de renseignements, sur les zones concernées par des dépassements récurrents des valeurs réglementaires de dioxyde d'azote et pour dépassement du plafond national d'émissions d'oxydes d'azote (NOx).
En mai 2015, elle a informé les autorités françaises que la réponse apportée en 2014 ne l'avait pas satisfaite.
Concernant la pollution au dioxyde d'azote, la France a été à nouveau mise en demeure par la Commission Européenne, le 18 juin 2015, pour non-respect des valeurs limites annuelles et pour insuffisance des plans d'action pour 19 zones en France : Marseille, Toulon, Paris, Clermont-Ferrand, Montpellier, la zone urbaine régionale de Languedoc-Roussillon, la zone urbaine régionale de Poitou-Charentes, Toulouse, Reims, Grenoble, Strasbourg, Rennes, Lyon, la vallée de l'Arve, Nice, **Rouen**, Saint Étienne, Bordeaux, et Tours.
Le 15 février 2017, la Commission européenne adressait un dernier avertissement à la France pour ne pas avoir remédié à ses infractions répétées en matière de pollution au dioxyde d'azote.
Faisant suite aux dépassements répétés des valeurs limites de qualité de l'air fixées et manquement à l'obligation de prendre des mesures appropriées pour écourter le plus possible les périodes de dépassement, la Commission a finalement saisi le 17 mai 2018 la Cour de justice de l'Union européenne de recours contre la France (et aussi l'Allemagne, la Hongrie, l'Italie, la Roumanie et le Royaume-Uni).
Cette étape de la procédure fait suite au sommet ministériel sur la qualité de l'air convoqué par le commissaire Vella le 30 janvier 2018 dans un ultime effort pour trouver

des solutions au sérieux problème de pollution atmosphérique qui affecte neuf États membres.

Dans un arrêt rendu jeudi 24 octobre 2019, la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE) a condamné la France aux dépens pour manquement aux obligations issues de la directive qualité de l'air de 2008. La justice européenne estime que la France a dépassé de manière systématique et persistante la valeur limite annuelle et horaire pour le **dioxyde d'azote** depuis le 1er janvier 2010 pour respectivement 12 et 2 zones (Marseille, Toulon, Paris, Auvergne-Clermont-Ferrand, Montpellier, Toulouse Midi-Pyrénées, ZUR Reims Champagne-Ardenne, Grenoble Rhône-Alpes, Strasbourg, Lyon Rhône-Alpes, ZUR Vallée de l'Arve Rhône-Alpes et Nice pour le dépassement de la valeur limite annuelle ainsi que Paris et Lyon Rhône-Alpes pour celui de la valeur limite horaire).

Plusieurs mises en demeure avaient été préalablement notifiées à la France au motif que cette dernière n'a pas pris les mesures qui auraient dû être mises en place depuis 2005 pour les PM10, et 2010 envers le NO_2, pour protéger la santé des citoyens, et il lui était demandé d'engager des actions rapides et efficaces pour mettre un terme aussi vite que possible à cette situation de non-conformité.

La France est le troisième État condamné par la justice européenne pour avoir exposé ses citoyens à un air trop pollué. La Pologne et la Bulgarie ont été condamnés en 2017, mais n'ont pour l'instant pas fait l'objet d'une amende.
La France bénéficie d'un nouveau sursis. Elle doit se conformer à l'arrêt de la CJUE dans les meilleurs délais. Si la France est toujours dans l'incapacité de respecter la directive de 2008 sur la qualité de l'air à l'issue de cette période (à l'appréciation de Bruxelles), la Commission devra introduire un nouveau recours en exigeant cette fois des sanctions pécuniaires. Les juges de Luxembourg pourront alors décider d'une amende.
Les textes prévoient une sanction d'au moins 11 millions d'euros et des astreintes journalières d'au moins 240 000 euros jusqu'à ce que les normes de qualité de l'air soient respectées.

Les valeurs limites de pollution restent dépassées dans 9 zones en 2019 (dernière année pour laquelle le Gouvernement a fourni au Conseil d'État des chiffres complets) : Vallée de l'Arve, Grenoble, Lyon, Marseille-Aix, Reims, Strasbourg et Toulouse pour le dioxyde d'azote, Fort-de-France pour les particules fines, et Paris pour le dioxyde d'azote et les particules fines.

Le 30 octobre 2020, la Commission européenne a décidé de saisir la Cour de justice de l'Union européenne d'un recours contre la France relatif à la mauvaise qualité de l'air due à des niveaux élevés de particules (PM10) du fait que la France n'a pas respecté les valeurs limites journalières applicables aux particules PM10 qui sont juridiquement contraignantes depuis 2005. Les données fournies par la France confirment le non-respect systématique des règles de l'Union relatives aux valeurs limites pour les PM10 dans les zones de Paris et de la Martinique sur une durée de, respectivement, douze et quatorze ans.

Le 03 décembre 2020, la Commission européenne invite la France, par une lettre de mise en demeure, à exécuter l'arrêt rendu par la Cour de justice de l'Union européenne le 24 octobre 2019 (C-636/18). Dans cet arrêt, la Cour a constaté que la France n'avait pas respecté les valeurs limites applicables aux concentrations de dioxyde d'azote (NO_2) dans douze agglomérations et zones de qualité de l'air et n'avait pas veillé à ce que la période de dépassement soit la plus courte possible, comme exigé par la directive 2008/50/CE. Ces agglomérations et zones sont Marseille, Toulon, Paris, Clermont-Ferrand, Montpellier, Toulouse, Reims, Grenoble, Strasbourg, Lyon, Nice et l'ancienne Vallée de l'Arve Rhône-Alpes (qui forme désormais deux zones distinctes : la Vallée de l'Arve et la Vallée du Rhône). La Commission reconnaît les efforts consentis par les autorités françaises pour améliorer la qualité de l'air. Toutefois, à l'exception de la zone de Clermont-Ferrand, ces efforts ne sont pas encore suffisants pour limiter autant que possible les dépassements dans le temps. La Commission demande à la France de prendre et de mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires pour remédier à la situation et faire en sorte que la période de dépassement soit la plus courte possible. À défaut, cette dernière pourrait renvoyer l'affaire devant la Cour de justice de l'Union européenne et proposer que des sanctions financières soient infligées à ce pays.

Le pacte vert pour l'Europe (*Green Deal*) fixe l'objectif « zéro pollution » pour l'UE, qui bénéficie à la santé publique, à l'environnement et à la neutralité climatique.

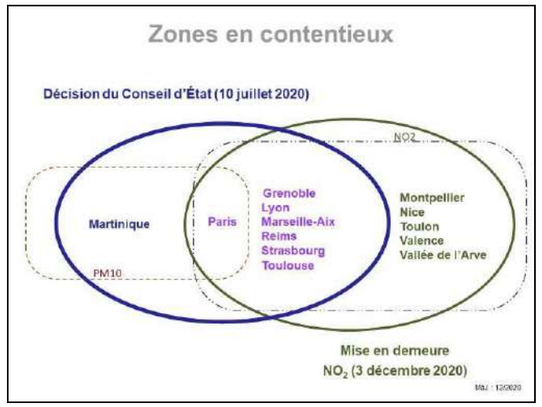


Figure 161 : Situation contentieuse de la France au mois de décembre 2020

Au 3 décembre 2020, la zone d'étude n'est pas incluse dans le périmètre du contentieux ni pour les PM10 ni le dioxyde d'azote.

Le 28 avril 2022, la cour de justice européenne a rendu dans un arrêté une décision qui constate que la France a manqué à ses obligations en matière de qualité de l'air. Cette décision fait suite à la saisine de la Commission européenne déposée en 2020.
La commission reproche à la France le non-respect systématique des règles de l'Union relatives aux valeurs limites pour les PM10 dans les zones de Paris et de la Martinique sur une durée de, respectivement, douze et quatorze ans.
La Cour observe effectivement des dépassements persistants et systématiques et valide la saisine.
Elle a également jugé qu'en n'ayant pas veillé à ce que les plans relatifs à la qualité de l'air prévoient des mesures appropriées pour que la période de dépassement de cette valeur limite soit la plus courte possible, a manqué, dans ces deux zones, depuis le 11 juin 2010, aux obligations qui lui incombent en vertu de l'article 23, paragraphe 1, deuxième alinéa, de la directive 2008/50, lu en combinaison avec l'annexe XV de celle-ci.
En effet, d'après cet article, lorsque le dépassement des valeurs limites fixées pour les PM10 a lieu après le délai prévu pour leur application, l'État membre concerné est tenu d'établir un plan relatif à la qualité de l'air qui réponde à certaines exigences. Ce plan doit prévoir les mesures appropriées pour que la période de dépassement de ces valeurs limites soit la plus courte possible et peut comporter des mesures additionnelles spécifiques pour protéger les catégories de population sensibles, notamment les enfants.
L'état français est donc condamné aux dépens mais il n'y a pas de sanction pécuniaire, pas encore. Elle doit se conformer à l'arrêt dans les plus brefs délais.

Condamnation du Conseil d'État et astreintes financières

Rappel : Le 10 juillet 2020, le Conseil d'État a prononcé une astreinte de 10 millions d'euro par semestre à l'encontre de l'État si ce dernier ne justifie pas avoir exécuté dans un délai de six mois la décision de 2017 l'intimant à prendre des mesures pour réduire la pollution de l'air pour l'ensemble des zones concernées par des mesures insuffisantes.

Le 4 août 2021, le Conseil a condamné l'État au paiement de l'astreinte pour le 1er semestre 2021. Compte tenu, à la fois, de la durée du dépassement des valeurs limites (depuis 2005 pour le PM10 et 2010 pour le NO_2) mais aussi des mesures prises depuis juillet 2020, le montant de l'astreinte n'est ni majoré ni minoré et est fixé à 10 millions d'euros, comme prévu par la décision du 10 juillet 2020.
À la suite de cette décision, le Conseil d'État réexaminera début 2022 les actions du Gouvernement pour la période de juillet 2021 à janvier 2022 et, si elles ne sont pas toujours suffisantes, pourra à nouveau ordonner le paiement d'une nouvelle astreinte de 10 millions d'euros, éventuellement majorée ou minorée. Il pourra, à cette occasion, maintenir ou modifier la répartition du produit de l'astreinte.

Plan Particules et Plan d'Urgence pour la qualité de l'air

Résultant du contentieux européen, le Grenelle de l'environnement avait fixé pour la France un objectif extrêmement ambitieux de réduction de 30 % des particules PM2,5 pour 2015. Pour y parvenir, un **Plan Particules** a été mis en place en juillet 2010. Ce plan comprenait des mesures dans le secteur domestique, l'industrie et le tertiaire, les transports et le secteur agricole, en vue d'améliorer l'état des connaissances sur le sujet. L'objectif principal de ce plan était la réduction de la pollution de fond par les particules en proposant des mesures pérennes dans tous les secteurs concernés. Il prévoyait aussi des actions de prévention et de gestion des pics de pollution, en faisant appel à la fois à des mesures :

- Régaliennes et obligatoires (renforcement de normes, augmentation des contrôles, éco-conditionnalité des aides...) ;
- Incitatives (crédit d'impôt, zones d'actions prioritaires pour l'air...) ;
- Portant sur une plus forte sensibilisation et mobilisation de la population et des acteurs de terrain.

Ce plan prévoyait surtout l'expérimentation de **Z**ones d'**A**ctions **P**rioritaires pour l'**A**ir (ZAPA) autour et dans certaines agglomérations volontaires où sont constatés ou prévus des dépassements des valeurs limites de la qualité de l'air, ainsi que l'instauration de l'« éco-redevance » kilométrique pour les poids lourds.
Faisant suite à l'échec des zones d'actions prioritaires pour l'air, à la suspension de l'éco-redevance, à l'échec relatif de la traduction des mesures des PPA en termes d'amélioration de la qualité de l'air, le ministre délégué chargé des Transports, de la Mer et de la Pêche avait mis en route, en septembre 2012, un **C**omité **I**nterministériel de la **Q**ualité de l'**A**ir (CIQA). Ce comité s'est réuni en 2013 pour débattre du plan d'urgence pour la qualité de l'air. Ce plan propose un total de 38 mesures à partir des cinq priorités suivantes :

- **Priorité 1 : favoriser le développement de toutes les formes de transport et de mobilité propres par des mesures incitatives** (mesures 1 à 26). Ces mesures sont destinées à :
  - Favoriser le covoiturage (mesures 1 à 4) ;
  - Favoriser une logistique propre des derniers kilomètres en ville (mesures 5 à 10) ;
  - Accélérer le développement des véhicules électriques en ville (mesures 11 à 13) ;
  - Créer des leviers pour renouveler le parc des véhicules polluants (mesures 14 à 18) ;
  - Développer les transports en commun (mesures 19 à 22) ;

    - Développer le déplacement à bicyclette et la marche à pied (mesures 23 à 26).
- **Priorité 2 : réguler le flux de véhicules dans les zones particulièrement affectées par la pollution atmosphérique** (mesures 27 à 32). Parmi les moyens pour parvenir à cela, on distingue :
    - Les mesures d'ordre public environnemental (mesure 27 à 30) : réduire ponctuellement la vitesse sur certains axes routiers, développer sur les voies rapides urbaines des mesures de gestion dynamique du trafic, renforcer les mesures en cas d'épisode de pollution, soutenir la mise en place d'une politique plus incitative en matière de stationnement payant, etc.
    - L'identification des véhicules (mesures 31 à 32).
- **Priorité 3 : réduire les émissions des installations de combustion industrielles et individuelles** (mesures 33 et 34). La nouvelle politique de l'air s'attaque à réduire les émissions des installations de combustion, qu'elles soient industrielles ou individuelles. On peut notamment citer la mise en place d'une aide au renouvellement des appareils de chauffage au bois les plus anciens et l'étude de la pose d'inserts dans les cheminées à foyer ouvert.
- **Priorité 4 : promouvoir fiscalement les véhicules et les solutions de mobilité plus vertueux en termes de qualité de l'air.**
- **Priorité 5 : informer et sensibiliser les citoyens aux enjeux de la qualité de l'air** (mesures 35 à 38). Les moyens prévus sont les suivants :
    - La communication et l'information nationale (mesure 35) ;
    - La communication locale (mesures 36 à 38).

Projets « Villes respirables en 5 ans »

Le 2 juin 2015, le Ministère en charge de l'Écologie a lancé un appel à projets en vue de faire émerger des « villes-laboratoires » volontaires pour mettre en œuvre des mesures exemplaires pour la reconquête de la qualité de l'air afin de garantir, dans un délai de 5 ans, un air sain aux populations.

La figure qui va suivre précise les collectivités sélectionnées.

Les critères de sélection sont les suivants :

1) Présenter un **projet à une échelle intercommunale** ;
2) Créer ou préfigurer une **Zone à Circulation Restreinte**, où les véhicules les plus polluants ne pourront pas circuler ;
3) Proposer au moins **deux actions complémentaires** portant sur des secteurs différents, adaptés aux spécificités du territoire :

- **Pour le secteur des transports et mobilité**, proposer un programme global de mobilité qui :
    - Favorise les mobilités durables : transports collectifs, plans de mobilité active, pistes cyclables, aires et services de covoiturage… ;
    - Facilite le développement de la mobilité électrique : services d'autopartage électrique, primes aux deux-roues électriques… ;
    - Vise à éliminer en 5 ans le diésel : aides au renouvellement accéléré des flottes de taxis, d'autobus, de véhicules utilitaires et de service, de véhicules particuliers…

Figure 162 : Collectivités retenues pour le programme « Ville respirables en 5 ans »

La commune de Rouen est lauréate du programme, dont la principale action était d'engager une étude d'opportunité et de faisabilité pour la mise en place d'une zone de circulation restreinte (ZCR) sur tout ou partie de son territoire.

Certificat qualité de l'air – Crit'Air

Pour protéger la santé des populations et favoriser le développement des véhicules à faibles émissions, la feuille de route issue de la conférence environnementale 2014 a prévu la création d'un dispositif d'identification des véhicules : le certificat Qualité de l'Air.
Ce dispositif a pour objectif de favoriser les véhicules les moins polluants en facilitant leur identification par le biais du « certificat Qualité de l'Air ».
Une nomenclature sous forme de pastilles de couleur va classer les voitures en 6 catégories, dépendant de leurs émissions en polluants atmosphériques (oxydes d'azote, particules, hydrocarbures imbrûlés et monoxyde de carbone), avec notamment une catégorie particulière pour les véhicules électriques.

Ce certificat est entré en vigueur depuis le 1er juillet 2016. Non obligatoire, le certificat permet néanmoins - en fonction de la couleur de la pastille obtenue et des règles prises par les maires - aux automobilistes ayant effectué ces démarches de :

- circuler dans les zones de circulation restreinte (ZCR/ZFE ; ZPA) ;
- bénéficier de modalités de stationnement favorables ;
- obtenir des conditions de circulation privilégiées.

Classe Crit'Air	2 roues, tricycles et quadricycles à moteur	Voitures	Véhicules utilitaires légers < 3,5 t	Poids-lourds, autobus et autocars
	Véhicules électriques et hydrogène			
	Véhicules gaz Véhicules hybrides rechargeables			

Classe Crit'Air	Date de première immatriculation ou norme Euro						
	2 roues, tricycles et quadricycles à moteur	Voitures		Véhicules utilitaires légers < 3,5 t		Poids-lourds, autobus et autocars	
		Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
	EURO 4 à partir du 01.01.2017 pour les motocycles à partir du 01.01.2018 pour les cyclomoteurs	-	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	-	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	-	EURO 6 à partir du 01.01.2014
	EURO 3 du 01.01.2007 au 31.12.2016 pour les motocycles et au 31.12.2017 pour les cyclomoteurs	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 6 à partir du 01.01.2014	EURO 5 du 01.10.2009 au 31.12.2013
	EURO 2 du 01.07.2004 au 31.12.2006	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 2 et 3 du 01.01.1997 au 31.12.2005	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 2 et 3 du 01.10.1997 au 31.12.2005	EURO 5 du 01.10.2009 au 31.12.2013	EURO 3 et 4 du 01.10.2001 au 30.09.2009
	Pas de norme tout type du 01.06.2000 au 30.06.2004	EURO 3 du 01.01.2001 au 31.12.2005	-	EURO 3 du 01.01.2001 au 31.12.2005	-	EURO 4 du 01.10.2006 au 30.09.2009	-
	-	EURO 2 du 01.01.1997 au 31.12.2000	-	EURO 2 du 01.10.1997 au 31.12.2000	-	EURO 3 du 01.10.2001 au 30.09.2006	-
Pas de Crit'Air	Pas de norme tout type jusqu'au 31.05.2000	EURO 1 et avant jusqu'au 31.12.1996	EURO 1 et avant jusqu'au 31.12.1996	EURO 1 et avant jusqu'au 30.09.1997	EURO 1 et avant jusqu'au 30.09.1997	EURO 1, 2 et avant jusqu'au 30.09.2001	EURO 1, 2 et avant jusqu'au 30.09.2001

Source : https://www.crit-air.fr

Figure 163 : Les différents certificats qualité de l'air en fonction du type de véhicule

Il existe plusieurs types de zones :

- **ZFE/ZCR (Zones à Faibles Émissions / Zone à Circulation Restreinte)**

Les zones ZFE (Zone à Faibles Émissions), encore désignées par le sigle ZCR entre 2016 et 2019, sont des zones permanentes. Elles sont identifiées par des panneaux de circulation.
La création d'une ZFE/ZCR relève de la compétence de la commune concernée et repose sur les dispositions fixées par le Décret ZCR 2016-847 du 28.06.2016. Une ZCR est mise en place après une période de 6 mois de concertation avec les acteurs locaux et les communes avoisinantes.
Pour pouvoir circuler dans l'une de ces zones à circulation restreinte françaises, il est nécessaire d'avoir l'un des 6 certificats qualité de l'air apposés sur son véhicule.

Chaque ville ou municipalité détermine les catégories de vignettes autorisées à circuler dans la ZFE/ZCR, dont l'entrée est signalée par un panneau. Les catégories de vignettes concernées, ainsi que les jours et horaires d'application des restrictions sont précisées sur un panonceau attenant.

À long terme, l'objectif est d'exclure de plus en plus de vignettes des zones à circulation restreinte, de sorte que, d'ici quelques années, seules les catégories E et 1 y soient autorisées.
Dans une ZFE/ZCR, les catégories de vignettes sont exclues de manière constante, indépendamment des conditions météorologiques. Néanmoins, il se peut qu'une ZFE/ZCR se trouve dans le périmètre d'une ZPA. Auquel cas, si des restrictions de circulation sont prononcées en cas de pic de pollution pour la ZPA, ces interdictions s'appliquent également à la ZFE/ZCR.
Néanmoins, si une ZFE/ZCR ne se trouve pas dans une ZPA, le maire n'est pas en mesure d'appliquer des restrictions de circulation complémentaires en fonction des conditions météorologiques

- **ZPA (Zone de Protection de l'Air)**

Les zones de protection de l'air (ZPA) ne s'appliquent pas de façon permanente. Elles sont uniquement activées en cas de mauvaises conditions climatiques et de forte pollution atmosphérique. Elles peuvent couvrir des métropoles ou concerner une aire géographique spécifique. De ce fait, les contours de chaque zone de protection de l'air sont définis au préalable.
Étant donné que les ZPA ne sont valables qu'en cas de pic de pollution atmosphérique, les restrictions de circulation fixées par l'arrêté préfectoral n'entrent en application que lorsque les taux de pollution de l'air définis sont dépassés. Certaines catégories de vignettes sont alors exclues du trafic pour réduire les émissions de polluants, conformément aux dispositions prévues pour chaque zone de protection de l'air. C'est au préfet compétent d'activer les mesures nécessaires en cas d'épisode de pollution.

En règle générale, les zones de protection de l'air ne sont pas signalées par des panneaux spécifiques. Dans les 95 départements de France métropolitaine, il est donc quasiment impossible pour les non-résidents de connaître l'étendue exacte d'une ZPA. Conformément à l'article R411-19 du Code de la route, la mise en place d'une zone de protection de l'air relève de la compétence du préfet du département concerné. Ce dernier précise par arrêté préfectoral les modalités de mise en place d'une ZPA ainsi que les règlementations qui y sont applicables.
Les restrictions de circulation activées dans une ZPA n'entrent pas en vigueur le jour même de leur annonce. Elles sont généralement annoncées la veille pour le lendemain. Les interdictions s'appliquent dans toute la zone de protection de l'air. Si la zone de restriction de circulation se situe dans le périmètre d'une ZPA, les mesures prises en cas d'alerte pollution sont également applicables dans la ZCR aussi longtemps que nécessaire. Les restrictions propres à la ZCR reprennent effet dès la fin du pic de pollution.

- **ZPAd (Zone de Protection de l'Air départementale)**

Les zones de protection de l'air départementales (ZPAd) sont des zones de protection de l'air qui ne s'appliquent pas seulement à l'échelle locale, mais peuvent aussi concerner l'ensemble d'un département. Il est difficile de prévoir les territoires des ZPAd dans lesquels des restrictions de circulations seront activées en cas de pic de pollution atmosphérique. La zone d'application des restrictions, ainsi que les mesures concrètes mises en place doivent être précisées au cas par cas par un arrêté complémentaire. Théoriquement, ces mesures peuvent être déployées à l'échelle du département. Mais cela reste néanmoins peu probable.
La responsabilité d'activer les mesures nécessaires (y compris les éventuelles restrictions de circulation appliquées à une ou plusieurs catégories de vignettes dans une ou plusieurs communes, sur certains axes, ou l'ensemble du département) incombe au préfet du département concerné, sur consultation de l'Institut régional de surveillance de la qualité de l'air.

En application de la Loi d'orientation des mobilités (LOM), un nouveau décret a été signé le 16 septembre 2020 et publié au Journal Officiel du 17 septembre 2020. Celui-ci précise les critères définissant les collectivités locales soumises à l'obligation d'instaurer une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) d'ici le 31 décembre 2020 – autrement dit celles qui ne respectent pas de manière régulière les normes de qualité de l'air.

En application de ce décret, sept nouvelles ZFE-m devraient entrer en vigueur dans les collectivités suivantes : Métropole d'Aix-Marseille-Provence, Métropole Nice-Côte d'Azur, Métropole Toulon-Provence-Méditerranée, Toulouse Métropole, Montpellier-Méditerranée Métropole, Eurométropole de Strasbourg et **Métropole Rouen-Normandie**. Leur territoire est en effet inclus en tout ou partie dans une zone administrative de surveillance de la qualité de l'air où l'une des valeurs limites d'émissions de dioxyde d'azote (NO_2), de particules PM10 ou de particules PM2,5 n'a pas été respectée au moins trois années sur les cinq dernières.

Ces ZFE-m s'ajouteront aux quatre zones déjà en place en France – celles de la Métropole de Lyon, de Grenoble-Alpes-Métropole, de la Ville de Paris et de la Métropole du Grand Paris –, où la circulation des véhicules les plus polluants est limitée, notamment grâce au système de vignettes Crit'Air.

La loi LOM prévoit qu'à compter du 1er janvier 2021, l'instauration d'une ZFE-m sera obligatoire dans un délai de deux ans lorsque les normes de qualité de l'air ne sont pas respectées de manière régulière et que « les transports terrestres sont la première source des émissions polluantes » ou lorsque « les lieux concernés par le dépassement sont situés majoritairement à proximité des voies de circulation routière ». Dans le premier cas, les émissions à prendre en compte seront celles de NOx en cas de dépassement de la limite relative au NO_2.

Le code de l'environnement prévoit la mise en place de mesures en faveur de la qualité de l'air dans des agglomérations urbaines. L'article 119 de la loi Climat et résilience, publiée durant l'été 2021, est venue renforcer par, en particulier, l'instauration, avant fin 2024, de zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) dans les agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants. Un arrêté publié fin décembre 2021 établit la liste ces agglomérations et les communes qu'elles incluent.

Cet arrêté met aussi à jour la liste des agglomérations (et communes y afférant) sur lesquelles doivent être adoptés des plans de protections de l'atmosphère (PPA), à savoir les agglomérations de plus de 250 000 habitants. Il indique également la liste des agglomérations (et communes y afférant) qui doivent mettre en place une surveillance adaptée de la qualité de l'air et des plans de mobilité, à savoir les agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Ainsi :

- 43 agglomérations de plus 150 000 habitants sont désormais dans l'obligation de mettre en place une zone à faibles émissions mobilité, soit 33 agglomérations de plus par rapport à celles instaurées par la Loi d'Orientation des Mobilités, les « nouvelles » sont soulignées ici : Amiens, Angers, Annecy, Annemasse, Avignon, Bayonne, Bordeaux, Béthune, Brest, Caen, Chambéry, Clermont-Ferrand, Dijon, Douai-Lens, Dunkerque, Grenoble, Le Havre, Le Mans, Lille, Limoges, Lyon, Marseille-Aix-en-Provence, Metz, Montpellier, Mulhouse, Nancy, Nantes, Nice, Nîmes, Orléans, Paris, Pau, Perpignan, Reims, Rennes, **Rouen**, Saint-Étienne, Saint-Nazaire, Strasbourg, Toulon, Toulouse, Tours, Valenciennes.
- L'agglomération de Bayonne rejoint la liste des agglomérations de plus de 250 000 habitants qui doivent mettre en place un PPA. La liste complète étant désormais : Avignon, Bayonne, Bordeaux, Béthune, Clermont-Ferrand, Douai-Lens, Grenoble, Lille, Lyon, Marseille-Aix-en-Provence, Metz, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Orléans, Paris, Pointe-à-Pitre-Les Abymes, Rennes, Rouen, Saint-Étienne, Strasbourg, Toulon, Toulouse, Tours, Valenciennes.
- L'agglomération de Mamoudzou (Mayotte) rejoint la liste des 64 agglomérations de plus 100 000 habitants qui doivent mettre en place un dispositif de surveillance de la qualité de l'air et un plan de déplacement urbain.

La zone environnementale ZFE Rouen

La Métropole Rouen Normandie fait partie des agglomérations où l'air ambiant est de très mauvaise qualité. La part du trafic routier dans la dégradation de la qualité de l'air est de plus en plus forte.
La zone environnementale de Rouen est entrée en vigueur le 01 octobre 2018 sous la forme d'une ZCR.
Depuis le 3 janvier 2022, cette zone devenue une ZFE-m, est délimitée par 12 communes : Amfreville-la-Mi-Voie, Bihorel, Bois-Guillaume, Bonsecours, Darnétal, Déville-lès-Rouen, Notre-Dame-de-Bondeville, Le Grand-Quevilly, Mesnil-Esnard, Le Petit-Quevilly, Rouen et Sotteville-lès-Rouen.

Toutes les voies ouvertes à la circulation générale, y compris les voiries nationales et les très grandes artères métropolitaines, font partie intégrante de la ZFE-m à l'exception de :

- La route de Dieppe (RD927) de la limite communale entre Le Houlme et Notre-Dame-de-Bondeville jusqu'au P+R Schoelcher,
- La route de Neufchâtel (RD928) de la limite communale entre Isneauville et Bois-Guillaume jusqu'au P+R Rouges Terres,
- La route de Paris (RD6014) de la limite communale entre Franqueville-Saint-Pierre et Le Mesnil-Esnard jusqu'au P+R Haut-Hubert.

Le périmètre de la ZFE-m de Rouen est présenté sur la figure suivante[64].

[64] https://www.metropole-rouen-normandie.fr/zone-faibles-emissions-mobilite

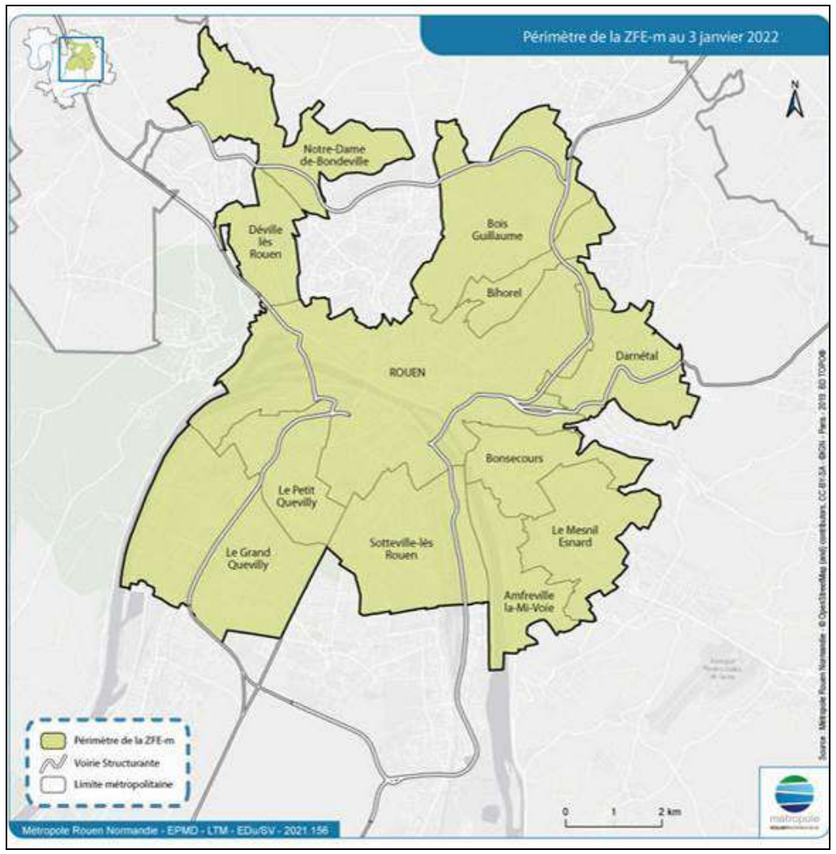


Figure 164 : Périmètre de la ZFE-m de Rouen au 3 janvier 2022

Depuis le 3 janvier 2022, les véhicules destinés au transport des marchandises (PL et VUL) ayant des vignettes Crit'Air 4, 5 ou non classés ne peuvent plus ni circuler ni stationner à l'intérieur de la zone. Ces véhicules doivent appartenir à des personnes morales (entreprises, sociétés, associations, collectivités).

La ZFE-m va s'étendre au 1er septembre 2022 à tous les véhicules y compris ceux des particuliers (scooter, moto, tricycle motorisé, voiture sans permis, voiture, utilitaire léger, poids lourd, autobus, autocar, …) afin de faire disparaître les dépassements de seuils de polluants engendrés par le trafic routier.
Sauf dérogations spécifiques, la circulation et le stationnement dans la zone ne seront plus possible aux véhicules avec une vignette Crit'Air 4 ou 5 ou « non classé »

Plan National Santé Environnement [PNSE]

Le **P**lan **N**ational **S**anté **E**nvironnement (PNSE) vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé – Environnement » sur le court et moyen terme.

En 2004, le gouvernement a lancé le premier PNSE. Puis, conformément aux engagements du Grenelle de l'environnement, et à la loi de santé publique du 09 août 2004, un second PNSE a été élaboré pour la période 2009-2013 et a fait l'objet d'une déclinaison en **P**lans **R**égionaux **S**anté **E**nvironnement (PRSE).
L'élaboration d'un plan national santé environnement (PNSE), sa déclinaison en régions et sa mise à jour tous les cinq ans ont été inscrites dans le code de la Santé publique (article L. 1311-6 dudit Code).

Le troisième Plan National Santé Environnement (PNSE 3) a été élaboré par le ministère de l'Environnement et celui de la Santé, en concertation avec les autres ministères, les collectivités, les associations, les partenaires sociaux et les entreprises. Il a été présenté en Conseil des Ministres en novembre 2014, et portait sur la période 2015-2019.

Le quatrième Plan National Santé Environnement (PNSE 4), période 2021-2025, intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement, et sur sa santé, soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur notre rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.

Le PNS4 s'articule autour de quatre grands axes subdivisés en 20 actions :

- **AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes**
  - Action 1 : Connaître l'état de son environnement et des bonnes pratiques à adopter
  - Action 2 : Identifier les substances dangereuses pour la santé et l'environnement dans les objets du quotidien
  - Action 3 : Être mieux informé sur la bonne utilisation des produits ménagers et leur impact sur la santé et l'environnement
  - Action 4 : Informer les propriétaires d'animaux sur l'utilisation des produits biocides
  - Action 5 : Approfondir les connaissances des professionnels sur les liens entre l'environnement et la santé

    - Action 6 : Se renseigner sur les conseils de prévention avant et après la grossesse
    - Action 7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement
- **AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire**
    - Action 8 : Maitriser l'exposition aux ondes électromagnétiques et améliorer la connaissance des impacts sanitaires
    - Action 9 : Réduire les nuisances liées à la lumière artificielle pour la santé et l'environnement
    - Action 10 : Prévenir et agir dans les territoires concernés par la pollution des sols
    - Action 11 : Prévenir les impacts sanitaires des espèces nuisibles par des méthodes compatibles avec la préservation de l'environnement
    - Action 12 : Mieux comprendre et prévenir les cas de légionellose
    - Action 13 : Mieux gérer les risques sanitaires et environnementaux des nanomatériaux
    - Action 14 : Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides
    - Action 15 : Réduire l'exposition au bruit
- **AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires**
    - Action 16 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités et renforcer l'expertise des territoires pour réduire les inégalités sociales et territoriales en santé environnement
    - Action 17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement
- **AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes**
    - Action 18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health
    - Action 19 : Structurer et renforcer la recherche sur l'exposome et mieux connaître les maladies liées aux atteintes à l'environnement
    - Action 20 : Surveiller la santé de la faune terrestre et prévenir les zoonoses.

Le PNSE 4 prévoit un nombre limité d'actions pour gagner en lisibilité et en efficacité par rapport au PNSE 3.

En parallèle, une trentaine de plans thématiques existe. Ils permettent de répondre de manière adaptée et approfondie à certains enjeux spécifiques, comme les perturbateurs endocriniens, les produits phytopharmaceutiques, l'air ambiant, la biodiversité, etc., ainsi qu'aux attentes de la société civile.

Ils réunissent les acteurs compétents de chaque domaine selon une gouvernance propre.

Afin d'assurer la cohérence des politiques en santé environnement et de prioriser les enjeux sanitaires, la gouvernance du PNSE 4 organise les interactions entre ce plan et les autres plans sectoriels dans le cadre du comité de pilotage interministériel et du groupe santé environnement.

En effet, le PNSE 4 n'a pas vocation à doublonner ou compléter les plans nationaux thématiques existants. Dès lors qu'un plan thématique existe, il n'est pas opportun de prévoir des actions isolées au sein du PNSE 4.

Néanmoins, afin de renforcer les synergies entre les différents plans et les politiques publiques menées en santé environnement, le PNSE 4 propose, dès à présent et dans la perspective du renouvellement ou de l'évolution de certains plans thématiques, des recommandations pour ceux-ci. Comme pour les autres actions du plan, ces recommandations sont le fruit d'une co-construction avec l'ensemble des parties prenantes. Elles sont prises en compte lors de la révision de ces plans.

Les recommandations du PNSE 4 dans les divers autres plans sont par exemple (pour les thématique Air/climat) les suivantes :

- PNACC 2 (Plan national d'adaptation au changement climatique)
    - Améliorer les connaissances sur les impacts sanitaires dus au changement climatique, par exemple les épisodes longs ou répétés de chaleur extrême, ainsi que ceux consécutifs à une exposition répétée à des températures nocturnes élevées.
    - Caractériser les changements climatiques concernant les territoires ultra-marins et apprécier leurs impacts sanitaires sur les populations.
    - Adapter le bâti, la ville et les transports aux épisodes de chaleurs extrêmes.
    - Prioriser les mesures d'adaptation prévues par le PNACC 2 (bâtiment/ transport/villes) aux établissements recevant des publics sensibles, en particulier les enfants.
- PREPA (Plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques)
    - Renforcer les mesures relatives à la prise en compte des polluants non réglementés dans le cadre de la prochaine mise à jour du PRÉPA : finaliser les travaux métrologiques sur les PUF, le carbone suie et le 1,3-butadiène et relancer une action de réduction des émissions industrielles des substances toxiques dans l'air (REISTA).
- PNSQA (Plan national de surveillance de la qualité de l'air ambiant)
    - Permettre de consolider le réseau de surveillance des pollens, notamment dans les territoires d'outre-mer, et diffuser des messages de prévention

associés (possibilité d'une expérimentation communauté professionnelle territoriale de santé - CPTS).

Plan Régional Santé Environnement [PRSE]

Le bilan du PRSE 2 Haute-Normandie (2010-2015) constitue un outil d'orientation pour l'élaboration du PRSE 3 Normandie (2017-2021) qui est la déclinaison du PNSE 3. Il a pour ambition d'établir une feuille de route pour réduire l'impact des altérations de notre environnement sur notre santé. Il permet de poursuivre et d'amplifier les actions conduites dans le domaine de la santé environnementale.

Les priorités du PRSE 3 Normandie se déclinent en 5 axes stratégiques et 16 objectifs :

- **Axe 1 : Agir localement pour un environnement favorable à la santé pour tous**
  - Aménager un environnement et un cadre de vie favorables à la santé.
    - Prendre en compte les enjeux de santé et d'environnement dans les projets d'aménagement et les documents de planification.
    - Réduire les expositions et les nuisances pour améliorer le cadre de vie.
    - Développer les aménagements favorables à la santé et aux mobilités actives.
  - Adopter des modes de vie et des comportements respectueux de l'environnement et favorables à la santé.
    - Développer l'accès à une alimentation saine et limiter le gaspillage alimentaire.
    - Encourager les bonnes pratiques et méthodes alternatives pour un environnement sain.
  - Faciliter les démarches locales et participatives.
    - Mobiliser et accompagner les collectivités et acteurs locaux.
    - Promouvoir les initiatives locales pour agir dans les territoires.
    - Renforcer la concertation avec les populations et mobiliser les relais et les dispositifs existants.

- **Axe 2 : Améliorer la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et littorale**
  - Protéger la ressource en eau destinée à la consommation humaine.
    - Renforcer la cohérence des démarches de protection des captages contre les pollutions ponctuelles et diffuses (pesticides, nitrates…).
    - Préserver les ressources en eau en améliorant la gestion foncière.
    - Encourager et faciliter la sensibilisation du public par les maîtres d'ouvrage.
  - Améliorer la sécurité sanitaire de l'eau distribuée.
    - Renforcer la sécurisation des systèmes d'alimentation en eau potable.
    - Poursuivre la surveillance de la qualité de l'eau vis-à-vis des polluants émergents prioritaires et améliorer la prévention des pollutions d'origine industrielle.
  - Améliorer la qualité des eaux de baignade et du littoral.
    - Améliorer la connaissance de la qualité des eaux de baignade, des milieux littoraux et des sources de pollution.
    - Sensibiliser les décideurs et les usagers aux enjeux environnementaux et sanitaires du littoral et aux leviers d'action.
    - Exploiter et faire vivre les profils de vulnérabilité des eaux de baignade et conchicoles.

- **Axe 3 : Agir pour des bâtiments et un habitat sains**
  - Réduire les risques pour la santé liés à l'environnement intérieur dans les bâtiments existants.
    - Accompagner et veiller à l'application des réglementations (qualité de l'air intérieur, radon, amiante, légionelles…) dans les établissements recevant du public.
    - Prévenir les risques par la sensibilisation et l'éducation du public et des professionnels sur le bon usage du logement, du bâtiment, et de la qualité de l'air intérieur.
    - Lutter contre l'habitat indigne.
  - Promouvoir un logement et des environnements intérieurs favorables à la santé dans les constructions neuves et les rénovations.
    - Informer et sensibiliser les propriétaires, les collectivités et les professionnels de la construction.
    - Tenir compte des enjeux de la qualité de l'air intérieur dans les opérations d'isolation thermique des bâtiments.
    - Intégrer les sources externes de pollution de l'air dans le choix des lieux de construction de logements et d'établissements accueillant des publics sensibles.
  - Prévenir les expositions des publics sensibles à l'environnement intérieur.
    - Sensibiliser les publics sensibles et former les professionnels qui assurent la prise en charge, sur l'environnement intérieur.
    - Développer et pérenniser l'intervention des conseillers en environnement intérieur.

- **Axe 4 : Limiter l'exposition à la pollution de l'environnement extérieur et aux espèces nuisibles à la santé humaine.**
  - Améliorer la qualité de l'air extérieur et limiter son impact sur la santé.
    - Améliorer la connaissance sur les polluants et les pesticides.
    - Développer la communication et la sensibilisation sur la qualité de l'air extérieur.
    - Protéger les populations des risques de surexposition via l'aménagement du territoire.
  - Prévenir les effets sanitaires liés aux espèces animales et végétales nuisibles à la santé humaine.
    - Améliorer la connaissance sur les espèces nuisibles à la santé humaine.
    - Lutter contre les espèces nuisibles à la santé humaine.
    - Développer la communication et les actions de sensibilisation sur les espèces nuisibles à la santé humaine.
  - Renforcer la connaissance et l'information et réduire l'exposition des populations aux sols pollués.
    - Partager et améliorer la connaissance, renforcer l'information.
    - Réduire les expositions.
  - Améliorer la connaissance et réduire l'exposition des populations au bruit et aux champs électromagnétiques.
    - Améliorer la connaissance et l'information sur les champs électromagnétiques.
    - Réduire les expositions aux champs électromagnétiques.
    - Assurer la prise en charge des personnes électro sensibles.
    - Réduire les expositions au bruit.
    - Sensibiliser les jeunes aux comportements favorables à la réduction de l'exposition au bruit.

- **Axe 5 : Mieux observer, former et informer pour agir ensemble pour un environnement sain**
  - Développer l'observation pour agir au niveau local et en faciliter l'accès.
    - Définir les données d'observation pertinentes en santé environnement à l'échelle locale et en faciliter l'accès.
  - Renforcer les compétences en santé environnement des décideurs, acteurs au niveau local et des professionnels de santé.
    - Renforcer les compétences des décideurs, des professionnels et services de l'état et des collectivités en santé environnement.
    - Développer la formation en santé environnement des acteurs de santé.
  - Faciliter l'information des citoyens - Renforcer l'information, la formation et l'éducation des publics sensibles.
    - Renforcer les actions d'éducation aux enjeux de santé et d'environnement pour les jeunes, en lien avec les programmes et parcours éducatif de santé.
    - Renforcer les actions d'information et de sensibilisation vers les femmes enceintes et publics vulnérables.
    - Faciliter l'accès à une information en santé environnement cohérente et lisibles.

La région Normandie n'a pas encore communiqué quant à l'élaboration du PRSE 4 devant décliner à l'échelle régionale le 4ème PNSE.

Plan Climat National

Le Plan Climat a été lancé le 6 juillet 2017 afin d'accélérer la transition énergétique et climatique.

Alors que les impacts du dérèglement climatique se multiplient, il est urgent de retrouver au plus vite une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre compatible avec l'objectif de maintenir le réchauffement de la planète en dessous de 1,5 °C/2 °C, cible de l'Accord de Paris.
L'objet du Plan climat est de contribuer au changement d'échelle dans la mobilisation des États, mais aussi de toute la société française, des entreprises, des associations, de la recherche, des collectivités territoriales, des partenaires sociaux, dans tous les secteurs : bâtiment, transports, énergies, agriculture et forêts, industrie et déchets. La solidarité avec les plus vulnérables constitue un fil rouge à l'ensemble des actions.
Le Plan climat fixe un nouveau cap, celui de la neutralité carbone à horizon 2050.
Il s'appuie sur l'intelligence collective de l'ensemble des acteurs, pour coconstruire des solutions à l'échelle dans les domaines de l'énergie et de l'économie circulaire. Une partie des actions passe par un renforcement du lien avec les collectivités territoriales et les filières industrielles, dans une logique de contractualisation.

Le Plan Climat comprend 23 axes d'action venant décliner 6 lignes directrices :

- **Rendre irréversible la mise en œuvre de l'Accord de Paris**

AXE 1. Rendre irréversible la lutte contre le changement climatique en l'inscrivant dans notre droit.
AXE 2. Rendre irréversible la lutte contre le changement climatique par la mobilisation de tous.

- **Améliorer le quotidien de tous les Français**

AXE 3. Faire de la rénovation thermique une priorité nationale et éradiquer la précarité énergétique en 10 ans.
AXE 4. Rendre la mobilité propre accessible à tous et développer l'innovation (norme EURO 7 ; mettre fin à la vente des véhicules émettant des GES en 2040).
AXE 5. Travailler au cœur des territoires.
AXE 6. Permettre à tous de consommer de manière responsable et solidaire.
AXE 7. Donner aux petites et moyennes entreprises les moyens d'agir contre le changement climatique

- **En finir avec les énergies fossiles et s'engager dans la neutralité carbone**

AXE 8. Décarboner la production d'énergie et assurer une transition maîtrisée.
AXE 9. Laisser les hydrocarbures dans le sous-sol.
AXE 10. Renforcer la fiscalité écologique et donner au carbone son véritable prix.
AXE 11. Se donner une nouvelle stratégie visant la neutralité carbone à l'horizon 2050

- **La France n°1 de l'économie verte**

AXE 12. Miser sur la recherche et l'innovation pour trouver les solutions d'avenir.
AXE 13. Faire de la place de Paris le pôle international de la finance verte.
AXE 14. Accélérer le déploiement des énergies renouvelables

- **Mobiliser le potentiel des écosystèmes et de l'agriculture pour lutter contre le changement climatique**

AXE 15. Mettre fin à l'importation en France de produits contribuant à la déforestation.
AXE 16. Engager la transformation de nos systèmes agricoles pour réduire les émissions et améliorer le captage du carbone dans les sols.
AXE 17. Promouvoir une gestion active et durable des forêts françaises pour préserver et amplifier leur rôle central dans le stockage du carbone.
AXE 18. Contribuer à la protection des écosystèmes terrestres et marins en France et à l'international.
AXE 19. S'adapter au changement climatique.

- **Renforcer la mobilisation internationale sur la diplomatie climatique**

AXE 20. Renforcer l'ambition climatique de l'Europe.
AXE 21. Accompagner les efforts des pays en développement dans la mise en œuvre des engagements.
AXE 22. Promouvoir et porter des initiatives internationales innovantes et ambitieuses permettant de consolider l'engagement international sur le climat.
AXE 23. Renforcer la prise en compte des enjeux environnementaux dans les nouveaux accords commerciaux.

Loi Orientation des Mobilités

La loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités est parue au journal officiel le 26 décembre 2019.
Les mesures-clés de cette loi sont résumées ci-dessous.

Apporter des solutions de mobilités à tous et dans tous les territoires

- Le droit aux transports sera transformé en droit à la mobilité pour couvrir l'ensemble des enjeux d'accès à la mobilité, qui ne se limitent ni à l'accès aux transports collectifs ni à une vision centrée sur l'infrastructure.
- L'ensemble du territoire sera couvert par des autorités organisatrices de la mobilité, afin que des solutions soient apportées à tous les citoyens et partout.
- L'exercice effectif de la compétence mobilité sera organisé à la bonne échelle selon le principe de subsidiarité. Concrètement, la loi laissera le choix aux communes, via leur intercommunalité pour qu'elles s'emparent de la compétence, et à défaut les régions seront compétentes :
  - Les métropoles, communautés urbaines, communautés d'agglomérations, et la métropole de Lyon, seront confortées dans leur rôle d'Autorité organisatrice de la mobilité (AOM).
  - Les communautés de communes pourront prendre la compétence mobilité, parce qu'elles représentent le plus souvent la bonne échelle pour les besoins de déplacement du quotidien. Les communes auront alors jusqu'au 31 décembre 2020 pour décider de transférer ou non leur compétence d'AOM à la communauté de communes.
  - Sur les territoires des communautés de communes qui n'auront pas choisi de prendre cette compétence au 1er janvier 2021, les régions deviendront AOM par subsidiarité, en complément de leur compétence mobilité à l'échelle régionale. Cette compétence pourra « revenir » à la communauté de communes si son périmètre était amené à évoluer.
- Les autorités organisatrices de la mobilité pourront plus facilement proposer les nouveaux services de mobilité dans leurs offres. La compétence d'AOM permettra ainsi d'intervenir dans 6 domaines principaux, pour développer une offre adaptée aux territoires : transport régulier, à la demande, scolaire, mobilités actives, partagées, ainsi que la mobilité solidaire.
- Les plans de mobilité sont créés, et remplaceront les actuels plan de déplacement urbain (PDU) : plus larges, ils prendront en particulier en compte l'ensemble des nouvelles formes de mobilité (mobilités actives, partagées…), la mobilité solidaire, ainsi que les enjeux de logistique. Ils s'inscriront dans des objectifs de lutte contre l'étalement urbain, contre la pollution de l'air et pour la préservation de la biodiversité.
- Un comité des partenaires sera créé par chaque autorité organisatrice structuré autour des trois grands financeurs des transports : les représentants des employeurs, des usagers, et bien sûr l'autorité organisatrice. Il sera un lieu

important de concertation sur l'évolution des offres de mobilité, de la politique tarifaire, sur la qualité des services et de l'information.

- Le versement 'transport' devient versement 'mobilité'. Il sera conditionné à la mise en place de services de transport collectif régulier et donnera la possibilité de moduler son taux au sein d'un même syndicat mixte selon la densité des territoires. Il fera l'objet d'échanges au sein des comités des partenaires.
- Le rôle de la région comme chef de file de la mobilité est renforcé, pour coordonner les compétences mobilité de l'ensemble des autorités organisatrices sur leur territoire régional.
- Un contrat opérationnel de mobilité, liant les AOM et la région, permettra d'assurer la coordination de tous les acteurs à l'échelle de chaque bassin de mobilité, en associant en particulier les gestionnaires d'infrastructures telles les gares, ou les pôles d'échanges multimodaux.
- Les autorités organisatrices pourront agir dans le domaine de la mobilité solidaire en faveur des personnes vulnérables, sur le plan économique ou social : mise en place d'aides financières individuelles, de conseil ou d'accompagnement individualisé, services spécifiques, etc.
- Un accompagnement individualisé sera ainsi apporté à tout demandeur d'emploi, apprenti ou titulaire d'un contrat en alternance. Pour cela, la région, les départements, les autorités organisatrices et acteurs de la solidarité et de l'emploi élaboreront et mettront en œuvre un plan d'action commun en matière de mobilité solidaire à l'échelle du bassin de mobilité.
- La mobilité des personnes en situation de handicap sera facilitée, à travers une série de mesures concrètes : une politique tarifaire préférentielle pour les accompagnateurs sera généralisée dans les transports collectifs ; des places de stationnement comportant des bornes de recharge électrique devront être accessibles pour les personnes à mobilité réduite ; les données sur l'accessibilité aux personnes handicapées et à mobilité réduite des services et des parcours seront publiées afin de faciliter l'information sur les GPS et calculateurs d'itinéraires ; la réservation des missions d'assistance en gare sera facilitée grâce à une plateforme unique ; etc.

Accélérer la croissance des nouvelles solutions de mobilité

- L'accompagnement de l'ouverture des données de l'offre de mobilité de façon opérationnelle sur tout le territoire, à partir de décembre 2019 et au plus tard d'ici 2021, afin de permettre que 100% des informations sur les transports soient accessibles en un clic. Informations utiles pour les voyageurs, horaires des bus, véhicules en libre-service disponibles à proximité, tarifs, etc. : ces données rassemblées en une même application permettront à la fois de faciliter son trajet, de mieux connaitre l'offre disponible et de combiner plusieurs solutions (vélo-train-bus par exemple) avec un seul titre de transports « porte-à-porte ».
- Un portail unique par région devra être proposé aux usagers, rassemblant l'ensemble de l'information multimodale sur les offres de mobilité.
- Le cadre permettant d'autoriser la circulation des véhicules autonomes en régime permanent d'ici 2020 à 2022, avec une priorité pour les navettes autonomes.
- Un cadre juridique adapté pour mener des expérimentations de solutions nouvelles de mobilité dans les territoires ruraux. Le projet de loi habilite le Gouvernement à légiférer par ordonnance pour instaurer des dérogations de niveau législatif. Cette disposition s'inscrit dans la démarche France Expérimentation.
- Le développement du covoiturage comme solution de transport au quotidien grâce à une série de mesures concrètes : la possibilité pour les collectivités locales de subventionner les solutions de covoiturage au quotidien, pour les conducteurs comme les passagers ; ou encore la création de voies réservées au covoiturage sur les grands axes routiers autour des métropoles, etc.
- Un nouveau cadre de régulation pour les offres en libre-service dites en « free floating », en fixant un régime d'autorisation préalable délivré par la commune et un cahier des charges défini localement à respecter.
- Des relations rééquilibrées entre chauffeurs VTC, livreurs et plateformes, en définissant un socle de nouveaux droits (droit à la déconnexion, droit de refuser des courses, droit de connaître le prix et la distance parcourue avant d'accepter une course). Par ailleurs, le projet de loi incitera les plateformes à mettre en place un cadre de travail de qualité pour les chauffeurs et les livreurs, à travers des chartes élaborées par les plateformes et sur lesquelles les travailleurs auront été consultés.
- La possibilité de relever la vitesse maximale de 80 à 90 km/h par les présidents de conseil départemental, maires ou présidents d'EPCI, sur leur réseau routier hors agglomération. Cela pourra être fait après avis de la commission départementale de la sécurité routière, et sur la base d'une étude d'accidentalité des sections concernées.

Réussir la transition écologique des mobilités

- L'inscription dans la loi de l'objectif d'une neutralité carbone des transports terrestres d'ici 2050, conformément aux engagements du Plan Climat traduisant l'Accord de Paris. Cet objectif s'accompagne d'une trajectoire claire : la réduction de 37,5% des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030 et l'interdiction de ventes de voitures à énergies fossiles carbonées d'ici 2040. La France devient le 1er pays européen à inscrire cette ambition dans la loi.
- La mise en œuvre d'un Plan vélo inédit a pour objectif de tripler la part modale du vélo d'ici 2024 (de 3 à 9%) : la lutte contre le vol avec la généralisation progressive du marquage des vélos et de stationnements sécurisés, la généralisation du savoir-rouler à l'école pour que tous les enfants entrant en 6ème maîtrisent cette pratique, l'obligation de réaliser des itinéraires cyclables en cas de travaux sur des voies urbaines ou interurbaines, la réalisation d'un schéma national des véloroutes et voies vertes, l'interdiction de stationnement cinq mètres en amont des passages piétons pour une meilleure visibilité, l'équipement des trains et des autocars.

- L'objectif de multiplier par 5 d'ici 2022 des points de recharge publics pour les véhicules électriques, et une série de mesures pour déployer la mobilité électrique : l'équipement obligatoire dans les parkings de plus de 10 places des bâtiments neufs ou rénovés, la création d'un véritable droit à la prise en habitat collectif et la simplification des règles de votes pour les travaux sur l'installation électrique dans les copropriétés, la possibilité de recharger gratuitement sur son lieu de travail, la division par plus de 2 du coût de raccordement des équipements de recharge,…

- Le développement des véhicules au gaz, en priorité pour les poids lourds, avec notamment la possibilité de raccorder des stations d'avitaillement au réseau de transport de gaz et la mise en place d'un dispositif de soutien au biogaz non injecté dans les réseaux pour un usage local pour la mobilité.

- Le soutien à l'acquisition des véhicules propres, avec le bonus pour les voitures électriques et hydrogène neuves et le suramortissement pour les poids-lourds aux gaz, hydrogène ou électrique.

- Des objectifs de transition du parc automobile professionnel, qui portent sur les flottes publiques, les flottes d'entreprises, et les flottes de taxi et de VTC.

- Des mesures concrètes pour encourager les changements de comportement : l'obligation d'accompagner toute publicité pour des véhicules terrestres à moteur par un message promotionnel encourageant l'usage des mobilités actives ou partagées, l'affichage obligatoire de la catégorie Crit'Air du véhicule dans les concessions automobiles afin de renforcer l'information de l'acheteur.

- Des déplacements domicile-travail plus propres et au cœur du dialogue social. La question des déplacements des travailleurs sera désormais inscrite comme un des thèmes des négociations obligatoires à mener dans les entreprises de plus de 50 salariés. Des accords devront être trouvés sur la manière dont les employeurs s'engagent pour faciliter les trajets de leurs salariés : aménagements d'horaire ou d'équipe, télétravail, facilitation de l'usage du vélo ou du covoiturage, prise en charge d'une partie des frais… Cet accompagnement pourra prendre la forme d'un titre-mobilité, sur le modèle du ticket restaurant.

- La création du forfait 'mobilité durable' : jusqu'à 400€/an pour aller au travail en covoiturage ou en vélo. Tous les employeurs privés et publics pourront contribuer aux frais de déplacement domicile-travail en covoiturage ou en vélo de leurs salariés, ainsi qu'avec d'autres services de mobilité partagés. Ce forfait pourra s'élever jusqu'à 400 €/an en franchise d'impôt et de cotisations sociales. Il remplacera l'indemnité kilométrique vélo mise en place jusqu'à ce jour, mais dont la mise en œuvre est restée limitée car trop complexe. Ce forfait répond à une demande des employeurs de disposer d'un outil souple pour soutenir ces modes vertueux. L'État généralisera la mise en place du forfait mobilité durable pour le vélo et le covoiturage pour tous ses agents d'ici 2020, à hauteur de 200 €/an. Ce forfait sera cumulable avec la participation de l'employeur à l'abonnement de transport en commun, dans une limite de 400€/an (la prise en charge de l'abonnement de transport en commun reste déplafonnée).

- Des zones à faibles émissions mobilité (ZFE) pour un air plus respirable. Cet outil permettra aux collectivités de limiter la circulation aux véhicules les moins polluants, selon des critères de leur choix (périmètre, horaires, types de véhicules). Alors qu'il en existe 231 en Europe, seulement 3 agglomérations en France s'étaient engagées dans une telle démarche en France. Le projet de loi mobilités facilitera leur déploiement en donnant aux collectivités les outils nécessaires. Après l'appel lancé par le Gouvernement, 15 collectivités françaises ont annoncé s'engager dans la création ou le renforcement d'une ZFE d'ici 2020, et 23 au total sont engagées dans la démarche représentant plus de 17 millions d'habitants concernés. Par ailleurs, les restrictions de circulation lors des pics de pollution pourront être prises de façon automatique par les préfets.

Investir au service des transports du quotidien

- Une programmation des investissements 13,4 Md€ sur la période 2018-2022, soit une augmentation de 40% par rapport à la période 2013-2017. La programmation s'inscrit également dans la perspective d'une enveloppe quinquennale en progression à 14,3 Md€ sur la période 2023-2027.

- Les 3/4 des investissements pour les transports dans le quinquennat, dédiés au ferroviaire (en ajoutant les 13,4Md€ d'investissements du projet de loi mobilités et les 3,6 Md€ investis chaque année par SNCF Réseau).

- Une réorientation claire des investissements en faveur des transports du quotidien plutôt que des nouveaux grands projets. Pour cela, 5 programmes d'investissements prioritaires sont retenus pour cette programmation :

- L'entretien des réseaux existants constitue la première des priorités pour la décennie à venir. Des moyens sans précédents seront mobilisés sur 10 ans : ils augmenteront de 31 % sur 2018-2027 par rapport à la décennie précédente et seront en hausse de 70 % sur les gros travaux de rénovation. La même logique est menée sur le réseau ferroviaire existant, dont l'état s'était aussi lentement dégradé : la réforme du système ferroviaire a confirmé une hausse de 50 % des investissements, soit 3,6 Md€ par an, consacrés en priorité à la remise à niveau du réseau existant.

- La désaturation des grands nœuds ferroviaires doit aussi permettre de donner toute sa place au train dans les déplacements du quotidien autour des métropoles, et dans les liaisons avec les villes moyennes. 2,6 Md€ seront investis sur 10 ans dans cet objectif.

- L'accélération du désenclavement routier des villes moyennes et des territoires ruraux est également nécessaire, et sera portée à travers une vingtaine d'opérations pour un montant de 1 Md€ sur 10 ans.

- Le développement de l'usage des mobilités propres, partagées et actives au quotidien mobilisera par ailleurs l'État, à travers plusieurs appels à projets à hauteur de 1,2 Md€ sur 10 ans, pour accompagner les autorités organisatrices. Cela intègre la création d'un fonds vélo doté de 350 M€.

- Enfin, le renforcement de l'efficacité et du report modal dans le transport de marchandises sera soutenu, avec 2,3 Md€ investis par l'État sur 10 ans.

- Une approche nouvelle pour les grands projets passant par une réalisation phasée de ces infrastructures, en commençant en priorité par les opérations concourant d'abord à l'amélioration des déplacements du quotidien.
- La possibilité de créer des sociétés de projet afin d'accélérer la réalisation de certaines infrastructures, en réponse à l'attente forte exprimée par certains territoires. Une habilitation à légiférer par ordonnance est prévue en ce sens.
- La sécurisation de l'affectation d'une part de la TICPE au financement des infrastructures. Comme toute loi de programmation, son financement global sera défini dans le cadre de la loi de finances : 2,5Md€ sont consacrés aux investissements, en hausse de 10 % par rapport à 2018.
- Pour la 1ère fois, la contribution du transport aérien au financement des modes propres. Le surplus de taxe de solidarité acquitté par le transport aérien, servant aujourd'hui au désendettement du budget annexe de l'aviation civile, sera dorénavant affecté pour le financement de modes de transport propres, *via* l'agence de financement des infrastructures de France. Un rapport sera présenté par le Gouvernement avant le mois d'octobre sur la comparaison du niveau des taxes aériennes en Europe afin de préparer les travaux au niveau européen sur une taxation du transport aérien.
- Le Gouvernement présentera au Parlement d'ici le 30 juin 2020 un rapport sur les perspectives d'une relance des trains de nuit. Sans attendre, le Gouvernement s'est déjà engagé à pérenniser les deux lignes existantes et à en moderniser les trains pour redonner à ces lignes toute leur attractivité.
- Cette programmation tient compte des enjeux spécifiques en matière d'accessibilité des territoires de montagne, insulaires, ultra-marins et frontaliers, en leur accordant une attention particulière tant en matière d'entretien que de développement des infrastructures.

Assurer le bon fonctionnement des transports

- Un permis de conduire plus rapide et moins cher. L'obtention du permis de conduire est une condition essentielle d'insertion professionnelle mais il est aujourd'hui très cher (1 800 € en moyenne) et les délais d'obtention sont trop longs. Le Gouvernement a donc annoncé plusieurs mesures pour rendre le permis plus accessible (baisse du coût jusqu'à 30 %) et le délai d'obtention plus court, dont certaines sont traduites dans la LOI MOBILITÉS : utilisation accrue de modes d'apprentissage moins chers (simulateurs), mise en place d'un contrat-type et d'un comparateur en ligne informant des aides disponibles, pour mieux comparer les offres des auto-écoles et pouvoir faire jouer la concurrence ; réduction des délais du passage de l'examen grâce à l'expérimentation d'une inscription directe en ligne ; dispositif de suramortissement pour accompagner les auto-écoles dans l'acquisition de simulateurs etc.
- Des pièces détachées de voiture moins chères pour les automobilistes. Aujourd'hui, les constructeurs automobiles ont l'exclusivité sur les pièces détachées visibles (rétroviseurs, ailes, capots, optiques, vitrage), et ce contrairement à d'autres pays (Royaume-Uni, Espagne, Italie). Cette situation ne favorise pas la concurrence et le niveau des prix pour l'automobiliste. Le marché sera donc progressivement ouvert, en réduisant la période durant laquelle les constructeurs ont l'exclusivité sur ces pièces, pour permettre à d'autres acteurs de les proposer.
- Des mesures concrètes pour renforcer la sécurité routière, mettant notamment en œuvre les décisions du comité interministériel pour la sécurité routière du 9 janvier 2018 : interdiction de faire prendre leur repos à des salariés dans un véhicule utilitaire léger ; possibilité pour les forces de l'ordre d'effacer tout message de signalement sur les services électroniques de navigation, uniquement pour des contrôles d'alcool/drogues, les opérations de lutte contre le terrorisme, dans le cadre d'enlèvements de personnes ou d'enquêtes sur des vols ou trafics ; dispositions permettant la rétention et la suspension du permis de conduire, l'immobilisation et la mise en fourrière de véhicules, en cas de conduites sans permis ou à risques liés à des comportements addictifs (alcool, stupéfiant, téléphone…) ; obligation de vente d'éthylotests à proximité des rayons de boissons alcooliques pour tous les débits de boissons à emporter ; etc.
- La généralisation des arrêts à la demande pour les bus nocturnes, afin de pouvoir descendre plus près de sa destination. C'est une réponse concrète au sentiment d'insécurité que vivent les femmes dans les transports publics, en particulier le soir et la nuit. Le projet de loi prévoit également la remise par le Gouvernement sur les atteintes sexistes dans les transports.
- Les personnes vulnérables ne pourront être conduites hors du réseau de métro qu'à la condition de se voir préalablement proposer un hébergement d'urgence avant de quitter les lieux.
- Des mesures pour soutenir la compétitivité et la sécurité de nos ports et des activités maritimes : l'intégration des grands ports maritimes du Havre et de Rouen et du port autonome de Paris par la création d'un nouvel établissement public qui constituera le 1er port français pour le commerce extérieur ; de nouvelles dispositions permettant de sécuriser le régime juridique des conventions de terminal dans les grands ports maritimes ; et diverses mesures de simplification.
- Le monde maritime engagé dans la transition écologique et énergétique, avec des mesures concrètes : allocation dans les ports de plaisance d'ici le 1er janvier 2022 d'une partie de leurs capacités de stationnement aux navires électriques ; mise en œuvre de la convention internationale sur la responsabilité et l'indemnisation pour les dommages liés au transport par mer de substances nocives et potentiellement dangereuse (SNPD) de 2010 ; ratification de l'ordonnance soufre ; clarification juridique permettant de sécuriser les investissements d'adaptation des réseaux électriques et des quais dans les ports de commerce.
- La transformation de l'établissement public de la Société du canal Seine-Nord Europe (SCSNE) en établissement public local, afin de concrétiser la régionalisation de cette société.
- Un cadre social pour l'ouverture à la concurrence des bus de la RATP avec la mise en place d'un transfert automatique des contrats de travail de salariés qui seraient amenés à rejoindre d'autres opérateurs mais qui conserveraient le bénéfice de garanties sociales de haut niveau : garantie de l'emploi, régime spécial de retraite,

garantie de rémunération, accès aux centres de santé, bénéfice de l'action sociale pendant un an. La mise en place d'un cadre social territorialisé est également prévue qui permet d'assurer des conditions d'exploitation des bus adaptées aux circulations en Île-de-France.

- Des conditions de transfert des salariés améliorées dans les transports routiers inter urbain (notamment dans la zone OPTILE) et urbain de voyageurs : pour garantir la continuité de l'exploitation en cas de changement d'opérateur et éviter toute difficulté liée à l'application des conventions collectives, la mise en place d'un mécanisme de transfert automatique des contrats de travail est prévue une fois que les partenaires sociaux des deux branches de l'inter urbain et de l'urbain auront négocié le contenu des garanties sociales accompagnant ce transfert.
- Les sociétés concessionnaires d'autoroute devront proposer une tarification réduite pour les véhicules à carburants alternatifs et des stations d'avitaillement. Le projet de loi autorise et encadre par ailleurs le dispositif de péages en flux libre que pourront proposer les sociétés concessionnaires, afin de réduire la congestion et améliorer le trajet des automobilistes.
- La gestion du réseau ferré de certaines lignes à vocation régionale pourra être confiée aux régions qui en font la demande, afin de simplifier et accélérer la gestion et la modernisation de ces infrastructures.
- Le Gouvernement élaborera dans un délai d'un an une stratégie pour le développement du fret ferroviaire, dans l'objectif de renforcer la compétitivité du fret ferroviaire face aux autres modes de transport.

Mis en consultation au printemps 2020, le décret d'application de l'article 86 de la loi d'orientation des mobilités (LOM) a été publié au Journal officiel le 17 septembre 2020. Cet article de la LOM rend obligatoire à compter de fin 2020 l'instauration d'une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) dans les territoires concernés par le non-respect de manière régulière des normes de la qualité de l'air mentionnées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement.

Le décret qui entre en application le 18 septembre 2020 insère deux nouveaux articles dans le Code général des collectivités territoriales (CGCT) pour préciser quelles communes et quels EPCI sont concernés. Le nouvel article D. 2213-1-0-2 précise que sont considérées comme ne respectant pas de manière régulière les normes de qualité de l'air "les zones administratives de surveillance de la qualité de l'air, définies en application de l'article R. 221-3 du code de l'environnement, dans lesquelles l'une des valeurs limites relatives au dioxyde d'azote (NO_2), aux particules PM10 ou aux particules PM2,5 mentionnées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement n'est pas respectée au moins trois années sur les cinq dernières". Il prévoit en outre que les communes ou les EPCI à fiscalité propre dont le président dispose du pouvoir de police de la circulation sont considérés comme ne respectant pas de manière régulière les valeurs limites de qualité de l'air lorsque leur territoire est inclus en tout ou partie dans une zone administrative de surveillance de la qualité de l'air mentionnée plus haut.

En revanche, ces communes et EPCI qui démontrent, "par de la modélisation ou par des mesures réalisées conformément à l'article R. 221-3 du code de l'environnement", que les valeurs limites mentionnées plus haut sont respectées pour au moins 95% de la population de chaque commune concernée "ne sont pas regardés comme dépassant de façon régulière les normes de qualité de l'air", indique le décret. Le nouvel article contient également une disposition qui ne figurait pas dans le projet de décret soumis à consultation publique. Ainsi, "sans préjudice" de la mesure précédente, "ne sont pas regardés comme dépassant de façon régulière les normes de qualité de l'air les communes ou les EPCI à fiscalité propre dont le président dispose du pouvoir de police de la circulation qui démontrent que les actions mises en place, notamment celles prévues dans le cadre d'un plan de protection de l'atmosphère élaboré en application de l'article L. 222-4 du code de l'environnement , permettent d'atteindre les valeurs limites [mentionnées plus haut] pour l'ensemble de la population de chaque commune concernée, dans des délais plus courts que ceux procédant de la mise en place d'une zone à faibles émissions mobilité". Ces deux dernières dispositions (III et IV de l'article 1er du décret) ne sont pas applicables aux métropoles, à la métropole d'Aix-Marseille-Provence, à la métropole du Grand Paris, à la métropole de Lyon ainsi qu'aux communes situées sur leur territoire.

Quant au deuxième article inséré par le décret dans le CGCT (D. 2213-1-0-3), il caractérise la notion de prépondérance des transports terrestres dans le dépassement des valeurs limites : ils sont considérés comme source prépondérante lorsqu'ils "sont la première source des émissions polluantes", ou quand "les lieux concernés par le dépassement sont situés majoritairement à proximité des voies de circulation routière".

Quatre collectivités ont déjà mis en place des ZFE-m, a rappelé le ministère de la Transition écologique dans un communiqué : la métropole de Lyon, Grenoble-Alpes-Métropole, la ville de Paris et la métropole du Grand Paris. En application du décret publié ce 17 septembre, a-t-il souligné, "sept nouvelles ZFE-m devront obligatoirement être mises en place par des métropoles françaises : métropole d'Aix-Marseille-Provence, métropole Nice-Côte d'Azur, métropole Toulon-Provence-Méditerranée, Toulouse Métropole, Montpellier-Méditerranée Métropole, Eurométropole de Strasbourg et métropole Rouen-Normandie."

Certains territoires n'ayant pas obligation de mettre en place une ZFE sont néanmoins engagés dans une réflexion[65] : CA de la Rochelle ; CA du Grand Annecy ; CA Valence Romans Agglo ; CC Cluses-Arve et Montagnes ; CC de la Vallée de Chamonix-Mont-Blanc ; CC Faucigny-Glières ; CC Pays du Mont-Blanc ; Clermont Auvergne Métropole ; CU d'Arras ; CU du Grand Reims ; Métropole du Grand Nancy ; Métropole Européenne de Lille ; Saint-Etienne Métropole.

[65] https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/le-parc-de-vehicules-selon-leur-categorie-critair-dans-les-zones-faibles-emissions-zfe

ANNEXE N°5 : DONNEES DES STATIONS ATMO NORMANDIE

Tableau 93 : Concentrations en PM10 relevées par Atmo Normandie depuis 2015 aux stations les plus proches du projet

PM10 µg/m³		Moyenne annuelle	Maximum journalier	Nb Dép. 50 µg/m³ en moyenne journalière	Nb Dép. 45 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 40 µg/m³ OMS : 15 µg/m³	-	Valeur limite : 35 dép. max.	OMS (2021) : 3 à 4 dép. max
Le Petit Quevilly – Sud III	2017	27	121	19	27
	2018	27	80	12	26
	2019	26	144	23	40
	2020	21	59	3	7
	2021	24	62	7	13
Rouen Centre (Palais de Justice)	2017	10	96	7	7
	2018	18	57	2	5
	2019	17	60	5	8
	2020	14	52	1	3
	2021	17	50	0	4
Rouen Quai de Paris	2017	n.d	n.d	n.d	n.d
	2018	22	59	5	6
	2019	21	63	5	10
	2020	18	50	0	2
	2021	21	52	2	9

n.d = non disponible

Tableau 94 : Concentrations en PM2,5 relevées par Atmo Normandie depuis 2015 aux stations les plus proches du projet

PM2,5 µg/m³		Moyenne annuelle	Maximum journalier	Nb Dép. 15 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 25 µg/m³ OMS : 5 µg/m³	-	OMS (2021) : 3 à 4 dép. max*
Rouen Centre (Palais de Justice)	2017	10	84	66
	2018	11	47	72
	2019	12	52	77
	2020	9	41	48
	2021	12	48	77
Rouen Quai de Paris	2017	n.d	n.d	n.d
	2018	15	52	114
	2019	14	50	98
	2020	10	39	38
	2021	12	49	68

n.d = non disponible

Tableau 95: Concentrations en NO_2 relevées par Atmo Normandie depuis 2017 aux stations les plus proches du projet

NO_2 µg/m³		Moyenne annuelle	Maximum horaire	Nb Dép. 200 µg/m³ moyenne horaire	Maximum journalier	Nb Dép. 25 µg/m³ en moyenne journalière
Station	Année	Valeur limite : 40 µg/m³ OMS : 10 µg/m³	-	Valeur limite : 18 dép. max. OMS : à ne pas dépasser	-	OMS (2021) : 3 à 4 dép. max
Le Petit Quevilly Sud III	2017	52	207	2	105	313
	2018	53	201	1	110	325
	2019	46	194	0	95	291
	2020	37	174	0	91	257
	2021	51	132	0	80	283
Rouen Centre (Palais de Justice)	2017	25	96	0	65	155
	2018	22	96	0	54	130
	2019	22	105	0	58	102
	2020	17	85	0	42	71
	2021	19	83	0	46	82
Rouen Quai de Paris	2017	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	2018	41	137	0	82	322
	2019	40	173	0	74	325
	2020	30	126	0	65	223
	2021	32	119	0	66	270
Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray	2017	17	103	0	65	72
	2018	15	81	0	41	43
	2019	16	86	0	51	47
	2020	12	73	0	39	22
	2021	14	49	0	40	34

n.d = non disponible

Tableau 96 : Concentrations en ozone relevées par Atmo Normandie aux stations les plus proches du projet

Ozone µg/m³		Maximum de la moyenne sur 8h	Nb Dép. 120 µg/m³ pour moyenne/8h
Station	**Année**	Seuil de protection pour la santé : 120 µg/m³	-
Rouen Centre (Palais de Justice)	2017	135	3
	2018	154	7
	2019	149	9
	2020	138	11
	2021	115	6
Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray	2017	161	9
	2018	174	13
	2019	170	17
	2020	153	18
	2021	127	12

Tableau 97 : Concentrations en CO relevées par Atmo Normandie aux stations les plus proches du projet

CO mg/m³		Maximum journalier de la moyenne sur 8h
Station	**Année**	Valeur limite : 10 mg/m³ OMS : 10 mg/m³
Rouen Quai de Paris	2017	n.d
	2018	0,8
	2019	1
	2020	1
	2021	n.d

n.d = non disponible

En septembre 2021, l'OMS introduit une recommandation en moyenne journalière pour le CO de 4 000 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.

Tableau 98 : Concentrations en BTEX relevées par Atmo Normandie aux stations les plus proches du projet

BTEX µg/m³		Benzène	Toluène	Éthylbenzène	Xylènes	
					m+p	o
Station	**Année**	Valeur limite : 5 µg/m³	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle
Le Petit Quevilly – Sud III	2017	1,6	5,9	0,8	2,6	1
	2018	1,3	5,4	0,7	1,7	0,8
	2019	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	2020	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	2021	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Rouen Centre (Palais de Justice)	2017	1,3	2,1	0,3	0,9	0,4
	2018	1	1,6	0,3	0,9	0,4
	2019	1,2	1,5	0,2	0,6	0,3
	2020	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	2021	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Rouen Quai de Paris	2017	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
	2018	1,1	3,3	0,5	1,5	0,6
	2019	0,9	3?0	0,4	1,1	0,5
	2020	0,7	2	0,3	0,9	0,4
	2021	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d = non disponible

ANNEXE N°6 : HISTORIQUE DES DONNEES SANITAIRES

Le bilan suivant est partiellement issu du site des Aasqa.

EUROPE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

- **Programme APHEIS**

Le programme APHEIS (Air Pollution and Health : A European Information System) copiloté par l'Institut National de Veille Sanitaire a été mis en place en 1999. Son but est de fournir aux décideurs européens, aux professionnels de la santé et de l'environnement et au grand public, des informations actualisées et faciles d'utilisation afin de les aider à prendre des décisions éclairées sur les questions auxquelles ils doivent faire face quotidiennement dans le domaine de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé publique.

- **Programme CAFE**

Par exemple, dans le programme CAFE (**C**lean **A**ir **f**or **E**urope, 'un Air propre pour l'Europe'), la Commission européenne estimait à près de 300 000 le nombre de décès anticipés liés à l'exposition aux niveaux de particules observés en 2000 à travers les États membres (soit une perte d'espérance de vie de 9 mois en moyenne en Europe) et à 21 000 pour l'ozone. Le coût sanitaire pour ces deux polluants était évalué à un montant compris entre 189 et 609 milliards d'euros par an en 2020.

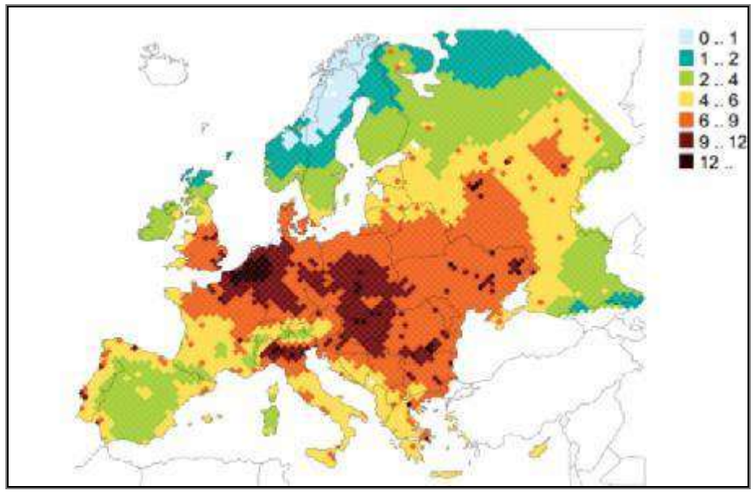


Figure 165 : Nombre de mois de perte d'espérance de vie - moyenne dans l'UE due aux particules fines (PM2,5) [Source : International Institute for Applied Systems Analysis**]**

Une évaluation de l'impact sanitaire à l'échelle de 25 pays de l'Union européenne, réalisée dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) de la Commission européenne, s'est appuyée sur des outils de modélisation de la qualité de l'air et estimait qu'en France, en 2005, 42 000 décès étaient en relation avec l'exposition chronique aux particules fines PM2,5 d'origine humaine, ce qui correspondait à une perte moyenne d'espérance de vie de 8,2 mois.

- **Programme APHEKOM**

Le programme APHEKOM est un programme européen coordonné par l'Institut National de Veille Sanitaire. Neuf villes françaises ont participé au projet qui a évalué l'impact sanitaire et économique de la pollution atmosphérique urbaine dans 25 villes européennes. En complément des conclusions du projet, rendues publiques en 2011, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a publié en 2012 un rapport spécifique aux neuf villes françaises.

FRANCE : Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

- **Les EIS (Évaluations d'Impact Sanitaire)**

Une évaluation d'impact sanitaire vise à quantifier l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé. Interlocuteurs privilégiés des Agences régionales de santé (ARS), les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) assurent sur le terrain les évaluations d'impact sanitaire appliquées à la pollution atmosphérique (EIS-PA) commanditées pour optimiser les politiques locales de gestion de la qualité de l'air.

En date de mars 2015 : Depuis 2004, 37 zones urbaines françaises regroupant 813 communes et près de 19 millions d'habitants ont ainsi bénéficié d'EIS. Par exemple, pour la période 2008-2009, une évaluation de l'impact à long-terme de scénarios de diminution des niveaux moyens de PM2,5 sur la mortalité dans sept villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lyon, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse) a été menée. Les concentrations moyennes de PM2,5 mesurées variaient de 15,6 µg/m^3 à Toulouse à 24,7 µg/m^3 à Lyon. Si l'ancienne valeur-guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (10 µg/m^3 de PM2,5 en moyenne annuelle) avait été respectée dans ces agglomérations, 2 864 décès par an auraient pu être retardés, et le gain d'espérance de vie à 30 ans aurait pu être en moyenne entre 4,7 et 13,1 mois selon les villes.

❖ **Le PNSE (Plan National Santé Environnement)**

Le Plan National Santé Environnement vise à répondre aux interrogations des Français sur les conséquences sanitaires à court et moyen terme de l'exposition à certaines pollutions de leur environnement.
Le PNSE (rappel : plan national santé environnement) est un plan qui, conformément à l'article L. 1311 du code de la santé publique, doit être renouvelé tous les cinq ans.

Le quatrième PNSE, (2021-2025), intitulé « Un environnement, une santé », a été lancé le 07 mai 2021 par les ministres de la Transition Écologique, et des Solidarités et de la Santé, dans un contexte spécifique. D'un côté, les attentes citoyennes sur les questions de santé environnement sont de plus en plus fortes. Au nom du principe de précaution, le citoyen souhaite que l'impact du progrès scientifique sur son environnement, et sur sa santé, soit évalué et anticipé. Par ailleurs, la crise sanitaire de la Covid-19 a fait émerger des interrogations sur notre rapport au vivant, et rappelle le lien étroit entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement.
Le PNSE 4 s'articule autour de quatre grands axes :

- AXE 1 : S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes
- AXE 2 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire
- AXE 3 : Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires
- AXE 4 : Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et sur les écosystèmes

❖ **Le PSAS (Programme de Surveillance Air et Santé)**

Le PSAS est un programme conduit par l'INVS. Il a été implanté en 2007 dans 9 grandes villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse). Il s'agit d'un outil de surveillance épidémiologique opérationnel et évolutif dont les objectifs sont de quantifier la relation à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et ses impacts sur la santé.
Les données de morbidité ont été obtenues par extraction à partir de la base du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) des établissements hospitaliers publics, participant au service public ou de statut privé. Les indicateurs journaliers d'exposition à la pollution atmosphérique - NO_2, O_3, PM10 et PM2,5 - ont été construits à partir des concentrations mesurées sur chaque zone d'étude par les stations urbaines et périurbaines des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Pour chaque motif d'admission à l'hôpital étudié, les risques ont été estimés en prenant en compte l'exposition du jour de l'événement et de la veille (exposition 0-1 jours). Pour chaque relation exposition/risque, une analyse combinée des résultats obtenus localement a permis d'estimer un risque relatif combiné. Nous avons pu observer des relations significatives entre les niveaux de pollution particulaire (PM10, PM2,5) et de NO_2 et le nombre journalier d'hospitalisations pour causes cardiovasculaires. Ces relations sont plus importantes pour les 65 ans et plus. Elles sont également plus élevées pour les causes cardiaques, en particulier les cardiopathies ischémiques, alors qu'elles ne sont pas significatives pour les maladies cérébrovasculaires.
Concernant les admissions hospitalières pour causes respiratoires, les excès de risque relatif associés à une augmentation des niveaux de NO_2, PM10 et PM2,5 sont hétérogènes entre les zones d'études. Pour ces trois indicateurs de pollution, les excès de risque combiné sur les 8 villes sont positifs mais non significatifs. Les niveaux d'ozone sont significativement associés au risque relatif d'admission à l'hôpital pour causes respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus uniquement.

❖ **Étude ISAAC (International study of asthma and allergies in childhood)**

L'Étude ISAAC menée par l'INSERM en 2007 a pour objectif général de mieux connaître la fréquence et les facteurs de risque des maladies allergiques de l'enfant. Ce programme est toujours en fonctionnement.

Les coûts sanitaires liés à la pollution

Il est extrêmement épineux de calculer le coût social, économique et sanitaire de la pollution car, selon les polluants étudiés, les types de coûts et les valeurs retenus, des écarts sont observés dans les résultats. Ces études sont réalisées par des économistes, des épidémiologistes, et des spécialistes de l'air.

Plusieurs études ont été conduites, voici quelques résultats :

- En avril 2005, le rapport Cafe CBA, "Baseline analysis 2000 to 2020", publié en 2005 dans le cadre du programme "Clean air for Europe" par la Commission européenne estime entre 68 à 97 milliards d'euros le coût monétarisé moyen de la mortalité et de la Morbidité, soit entre 1 154 et 1 630 euros par habitant.
- En avril 2013, le commissariat Général au Développement Durable (CGDD) expertise les valeurs monétaires de référence disponibles en France et dans l'Union Européenne pour chiffrer le coût des impacts sanitaires associés à la pollution de l'air. En France ils sont estimés entre 20 et 30 milliards d'euros, ce qui représente 400 euros par habitant. Ces frais prennent en considération les consultations, les hospitalisations, les médicaments, les soins et les indemnités journalières.

- En avril 2015, le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) publiait un rapport sur les coûts des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique en France. Bilan : une facture de 1 à 2 milliards d'euros par an pour les soins de santé en France.
- En mai 2015, une étude de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) publie un rapport "Economic cost of the health impact of air pollution in Europe" [Le coût économique de l'impact sanitaire de la pollution de l'air en Europe]. Pour la France seule, le coût des décès imputables à la pollution de l'air s'élève à 48 milliards d'euros par an.
- En juillet 2015, un rapport du Sénat "pollution de l'air, le coût de l'inaction" estime le coût sanitaire annuel de la pollution de l'air extérieur pour la France, entre 68 et 97 milliards d'euros.

ANNEXE N°7 : METROLOGIE DES POLLUANTS

❖ Méthodologie du prélèvement passif et de l'analyse des composés mesurés

Les campagnes de mesures du NO_2 ont été menées à l'aide d'échantillonneurs passifs. L'échantillonneur passif est un tube poreux horizontal rempli d'une cartouche imprégnée d'une solution adaptée à la mesure du polluant désiré. Les tubes, à l'abri de la pluie, restent exposés pour une durée suffisamment longue. Le matériau d'absorption capte le polluant par diffusion moléculaire. Après la période d'exposition, le tube est conditionné puis envoyé au laboratoire d'analyses.

➢ *Mesure du dioxyde d'azote (NO_2)*

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote (NO_2) sur un absorbant, le triéthanolamine. Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7,4 cm de long et de 9,5 mm de diamètre. Pour protéger l'échantillonneur contre les intempéries, de même que pour diminuer l'influence du vent, un dispositif spécifique de protection est utilisé. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition. Il permet une première appréciation de la typologie des sites de mesure et la mesure est seulement représentative pour l'endroit de mesure immédiat.

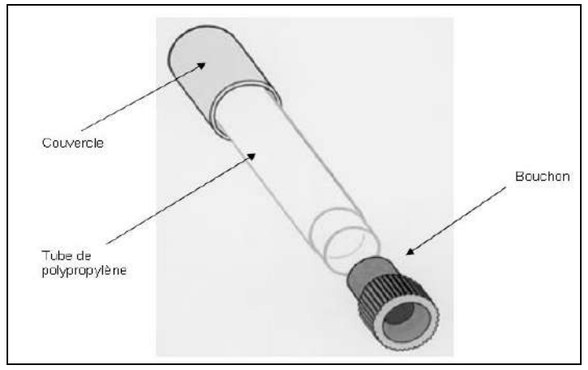


Figure 166 : Échantillonneur passif pour le dioxyde d'azote (Passam)

La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée, la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann.

L'incertitude relative étendue donnée par le laboratoire est de 20,3 % pour une concentration de 40 µg/m³. La limite de détection est de 0,4 µg/m³ lors d'une exposition de 2 semaines.

Théorie : La loi de Fick

La diffusion ordinaire est définie comme un transfert de matière dû à un gradient de concentration, d'une région à une autre. Pendant l'échantillonnage, ce dernier s'établit dans le tube entre le milieu absorbant et l'extrémité ouverte de l'échantillonneur. Dans des conditions de température et de pression constantes, pour un régime fluidique laminaire, le flux unidirectionnel (un seul axe) d'un gaz 1 à travers un gaz 2 est régi par la première loi de Fick :

$$F_{12} = -D_{12}\frac{dC_{12}}{dl}$$ **Équation 1**

Où : F_{12} : flux unidirectionnel du gaz 1 (le polluant) dans le gaz 2 (l'air) (mol.cm^{-2}.s^{-1})
D_{12} : coefficient de diffusion moléculaire du gaz 1 dans le gaz 2 (cm².s^{-1})
dC_{12}/dl : gradient linéaire de concentration le long du trajet de diffusion
C_{12} : concentration du gaz 1 dans le gaz 2 (mol.cm^{-3})

Pour un échantillonneur cylindrique, de longueur de diffusion L (cm) et de section interne S (πr², avec r le rayon de la surface réactive) (cm²), présentant un gradient de concentration {C-C0} le long du capteur, la quantité Q de gaz 1 transférée (mol) est connue par intégration de l'équation (1) :

$$Q = F_{12}.S.t = -D_{12}\frac{(C_0 - C).S.t}{L}$$ **Équation 2**

Où : C : concentration ambiante du gaz 1
C_0 : concentration du gaz 1 à la surface du réactif
$(C_0 - C)/L$: gradient de concentration le long de l'échantillonneur cylindrique de longueur L

En supposant que l'efficacité de captage du polluant par le milieu absorbant est de 100 %, les conditions limites des concentrations sont telles que $C_0 = 0$ au voisinage du piège d'où $C - C_0 = C$. L'équation (2) devient alors :

$$Q = D_{12}\frac{S}{L}C.t$$ **Équation 3**

À partir de l'équation (3), la concentration s'écrit :

$$C = \frac{Q.L}{D_{12}.S.t}$$ **Équation 4**

Le coefficient de diffusion de NO_2 utilisé pour le calcul des concentrations est celui donné par Palmes et al. (1976) dans l'air, à 20°C et 1 atm : $D(NO_2) = 0{,}154\ cm^2.s^{-1}$. Les dimensions du tube de Palmes considérées sont les suivantes (sources Gradko Ltd 1999) :
Longueur L = 7,116 (± 0,020) cm, Diamètre 2r = 1,091 (± 0,015) cm.
Brown et al. (1984) définissent le débit d'échantillonnage (en $cm^3.s^{-1}$) par les équations suivantes :

$$D_{éch} = \frac{D_{12}.S}{L} = \frac{Q}{C.t}$$

$D_{éch}$ ne dépend que des dimensions de l'échantillonneur (S et L) et du coefficient de diffusion moléculaire D_{12}.

Méthode de préparation des tubes

Bien que la chimie d'absorption du NO_2 soit encore mal connue, une stœchiométrie mole à mole existe entre NO_2 capté et NO_2^- présent dans la solution d'extraction. D'après Volhardt (1990), NO_2 mis en présence de TEA (triéthanolamine) donne du N-nitrosodiéthanolamine :

$$\underset{\text{triéthanolamine}}{N(CH_2CH_2OH)_3} \xrightarrow{NO_2} \underset{\text{N-nitrosodiéthanolamine}}{ON\text{-}N(CH_2CH_2OH)_2} + \text{autres produits}$$

Après extraction et analyse des ions NO_2^- formés, la concentration en NO_2 (en $\mu g.m^{-3}$) est déterminée par la première loi de Fick précédemment présentée.

Lors de la préparation des tubes avant l'exposition, l'ensemble du matériel le constituant est soigneusement nettoyé pour éviter toute contamination. Les modes de nettoyage varient. À titre d'exemple, le protocole de ERLAP (Atkins, 1978 ; Gerbolès et al. 1996) préconise un nettoyage des grilles par un traitement au détergent dans un bain aux ultrasons, puis un lavage à l'eau déminéralisée et un séchage à 100°C. Un autre exemple est donné par le protocole de l'EMD (Plaisance, 1998), pour lequel tous les composants du tube sont plongés dans un bécher rempli d'eau déminéralisée, placé sous agitation pendant 3 heures. L'eau est renouvelée 3 fois. Chaque partie est ensuite saisie à l'aide d'une pince brucelles, passée sous un jet d'eau déminéralisée avant d'être séchée à l'air comprimé.

Cette opération de lavage et séchage est répétée 3 fois. Le tube est assemblé au fur et à mesure du nettoyage de ses composants.

La solution d'imprégnation est préparée juste avant son utilisation. Elle se compose d'une solution aqueuse de TEA, du réactif de Brij 35 (éther laurique de polyoxyéthylène), et d'un composé hygroscopique ou mouillant qui a pour rôle de favoriser l'imprégnation de la solution sur les grilles. La solution préparée par les utilisateurs de tubes NO_2 a généralement la composition suivante (Plaisance, 1998 ; Atkins, 1978 ; Gerbolès et al., 1996) :

- 11,2 g de TEA dans une fiole jaugée de 100 ml (TEA à 10 % v/v) ;
- 0,309 g de Brij 35 (Brij 35 à 0,3 % v/v) ;
- complément à 100 ml avec de l'eau déminéralisée ;
- fermeture hermétique de la fiole jaugée et agitation, puis placement dans un bain à ultrasons jusqu'à dissolution totale du Brij 35.

Un volume de 30 µl de solution réactive est déposé au centre des grilles à l'aide d'une micropipette. Cette quantité est suffisante pour imprégner toute la surface des grilles. Certains déposent jusqu'à 40 à 50 µl de solution. Pour une imprégnation efficace, le tube, une fois fermé hermétiquement, est placé verticalement bouchon rouge vers le bas pendant quelques minutes (45 min préconisées par Plaisance, 1998). D'après Hangartner et al. (1989), si leur exposition n'est pas immédiate, les tubes peuvent être conservés à 4°C au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

Analyse des tubes

Deux méthodes d'analyse des tubes sont proposées, l'une par colorimétrie et l'autre par chromatographie ionique. Elles ont toutes deux été utilisées directement ou indirectement par les réseaux.

- Méthode spectrométrique :

L'analyse colorimétrique utilise une variante de la méthode de Griess-Saltzman (Atkins, 1978) retenue par ERLAP. Une fois la capsule translucide retirée, l'on ajoute à l'aide d'une micropipette 3,15 ml d'une solution de sulfanilamide à 2 % (m/v) (masse/volume) et de NEDA (naphtyléthylènediamine) à 0,007 % (m/v) dans de l'acide orthophosphorique à 5 % (v/v). Cette solution est préparée au moment de son usage. Le tube est refermé hermétiquement puis agité. Le NO_2^- formé à partir du NO_2 réagit avec l'acide et le sulfanilamide pour donner un sel de diazonium qui s'associe avec le dérivé de naphtalène pour former un colorant azoïque (complexe coloré). Après un temps de développement de la couleur de 30 min, la solution colorée est mesurée par spectrophotométrie à 542 nm. La quantité de NO_2^- (donc celle de NO_2) est mesurée à partir d'une courbe d'étalonnage, établie avec des solutions standards de $NaNO_2$, de la forme $A = f([NO_2^-])$ avec

A l'absorbance de la solution et [NO_2^-] la concentration en ions nitrite extraits. Compte tenu du fait qu'il se forme des ions nitrite dans les tubes témoins (tubes fermés), malgré les précautions prises, la quantité formée est prise en compte en la soustrayant systématiquement aux valeurs des tubes exposés.

- Méthode chromatographique :

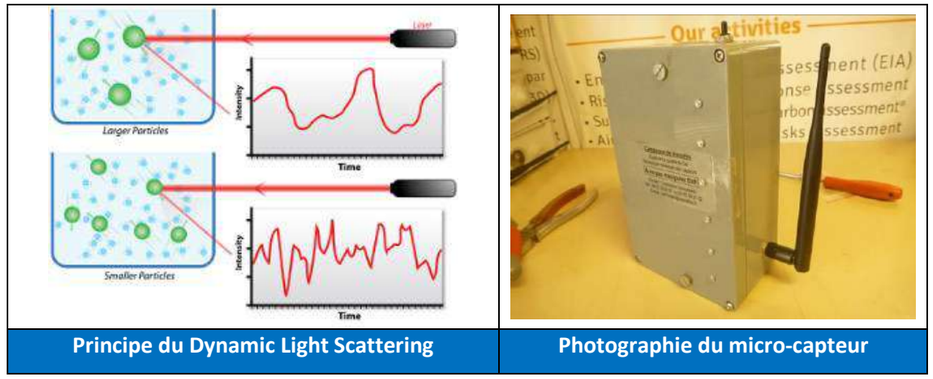
La chromatographie ionique est une méthode spécifique des ions en présence, contrairement à la méthode colorimétrique qui détermine l'absorbance d'une solution colorée. La capsule translucide du tube est enlevée puis 2,5 ml d'eau déminéralisée sont ajoutés dans le tube, ce qui permet de solubiliser entièrement les produits d'absorption du NO_2. Le tube est refermé hermétiquement puis agité manuellement pendant 2 min. La quantité d'ions NO_2^- formée est ensuite déterminée par chromatographie ionique.

❖ **Principe des micro-capteurs laser**

➢ *Mesure des particules*

L'analyse de la concentration des particules atmosphériques est réalisée par diffusion optique selon le précepte du Dynamic Light Scattering (DLS) : la longueur d'onde de la lumière diffusée est proportionnelle à la taille des particules.
Cette technique permet d'obtenir en temps réel et en simultané la concentration massique des particules PM10 et des particules fines PM2,5. La plage de mesure du capteur est de 0 à 500 µg/m^3, avec une erreur en moyenne ne dépassant pas les 10%.

La figure ci-après représente le micro-capteur.



Principe du Dynamic Light Scattering	Photographie du micro-capteur

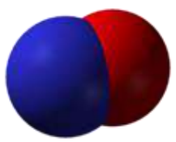
Figure 167 : Micro-capteur laser utilisé pour les mesures en continu

Le principe de fonctionnement du capteur est le suivant : un flux d'air est créé dans le capteur par ventilation. Les particules sont ainsi transportées vers une cellule illuminée par laser. La lumière diffusée par les particules est captée par une diode et convertie en un signal électrique. Ce signal est proportionnel à la concentration de particules et permet, en utilisant le théorème de Mie, de remonter à la concentration massique des deux classes de particules considérées (PM10 et PM2,5).

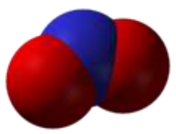
ANNEXE N°8 : PRESENTATION DES SUBSTANCES MESUREES

❖ **Oxydes d'azote [NOx]**

Les oxydes d'azotes [NOx] comprennent le monoxyde d'azote [NO], le dioxyde d'azote [NO_2]. La proportion de ces molécules varie avec la température. La principale source d'exposition est anthropique (lors d'émissions de véhicules diesel, combustibles fossiles, mais les NOx se forment aussi naturellement lors des orages ou des éruptions volcaniques.
À température ambiante, le monoxyde d'azote est instable, et réagit avec l'oxygène pour former du dioxyde d'azote (INRS, 1996). Le dioxyde d'azote est présent en phase gazeuse dans l'atmosphère. Il réagit avec les radicaux hydroxyles, et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone.

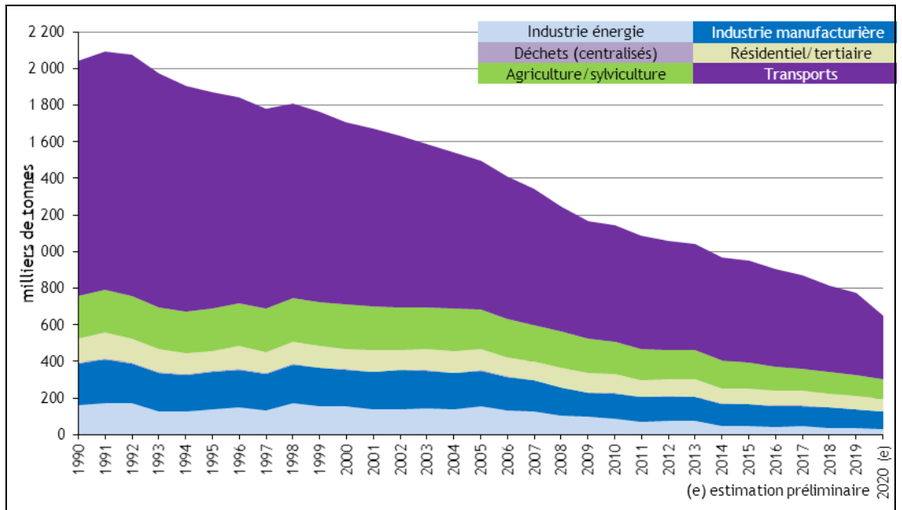


Molécule de monoxyde d'azote



Molécule de dioxyde d'azote

➢ *Principales sources d'émission*



Source : Citepa, avril 2021 - Format Secten

Les transports sont le 1er secteur émetteur de NOx (449 kt soit 58 % des émissions de la France métropolitaine en 2019) et majoritairement par le transport routier (89 % des émissions de NOx des transports).
Depuis 1990, la baisse observée dans ce secteur s'explique par le renouvellement du parc de véhicules et l'équipement progressif des véhicules en pots catalytiques.

➢ *Effets sur la santé*

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au monoxyde d'azote et au dioxyde d'azote est l'inhalation. Le monoxyde d'azote est naturellement présent dans l'organisme : c'est un important médiateur physiologique, notamment pour la vasodilatation des vaisseaux sanguins. Néanmoins il a une action toxique au niveau des plaquettes. Il a également des effets respiratoires.

Les enfants exposés au NO_2 dans l'air intérieur ont des symptômes respiratoires plus marqués et des prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparitions plus tardives, sans pour autant qu'il y ait une augmentation de leur fréquence. Les études chez les adultes n'ont pas montré d'augmentation de la fréquence des symptômes respiratoires. Les enfants exposés au NO_2 dans l'air extérieur montrent un allongement de la durée des symptômes respiratoires. Pour les adultes, la corrélation entre exposition et pathologies respiratoires chroniques n'est pas claire.

➢ *Effets sur l'environnement*

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, et à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique comme à l'effet de serre.

❖ **Particules en suspension PM10 et PM2,5**

Les particules sont des entités liquides ou solides en suspension dans l'air (gaz) ; elles forment avec ce dernier un aérosol (gaz + particules en suspension).

Les particules en suspension sont considérées aujourd'hui comme l'un des principaux indicateurs de la qualité de l'air. Elles peuvent être d'origine naturelle (embruns océaniques, éruptions volcaniques, feux de forêts, érosion éolienne des sols) ou anthropique (combustion incomplète de matières fossiles, transport, agriculture, activités industrielles : sidérurgie, incinération…). Une partie d'entre elles, les particules secondaires, se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, l'ammoniac et les composés organiques volatils.

On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM10), 2,5 microns (PM2,5) et 1 micron (PM1).

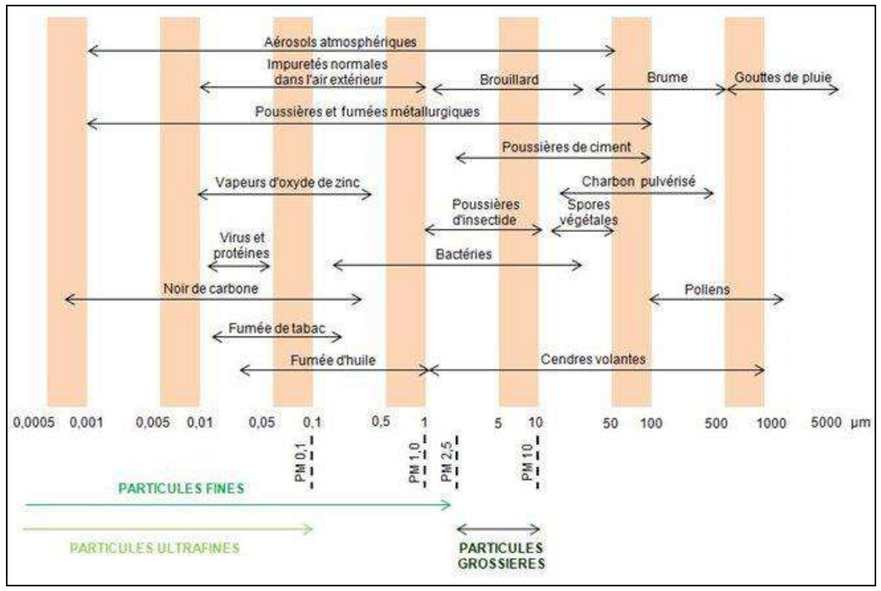
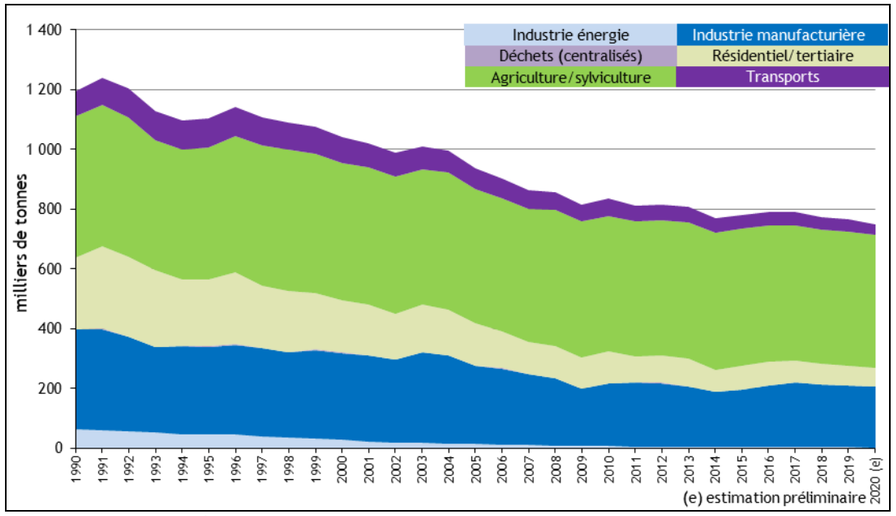


Figure 168 : Taille des particules – échelle et ordre de grandeur (source : CITEPA**)**

➢ *Principales sources d'émission*

Particules totales

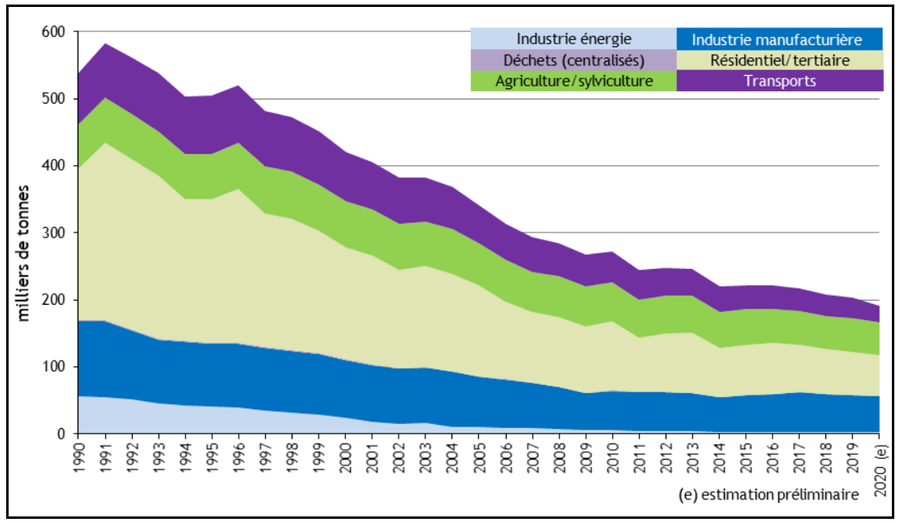


Source : Citepa, avril 2021 - Format Secten

Parmi les secteurs émetteurs, les contributions aux émissions nationales sont variables en 2020. Il s'agit par ordre d'importance de :

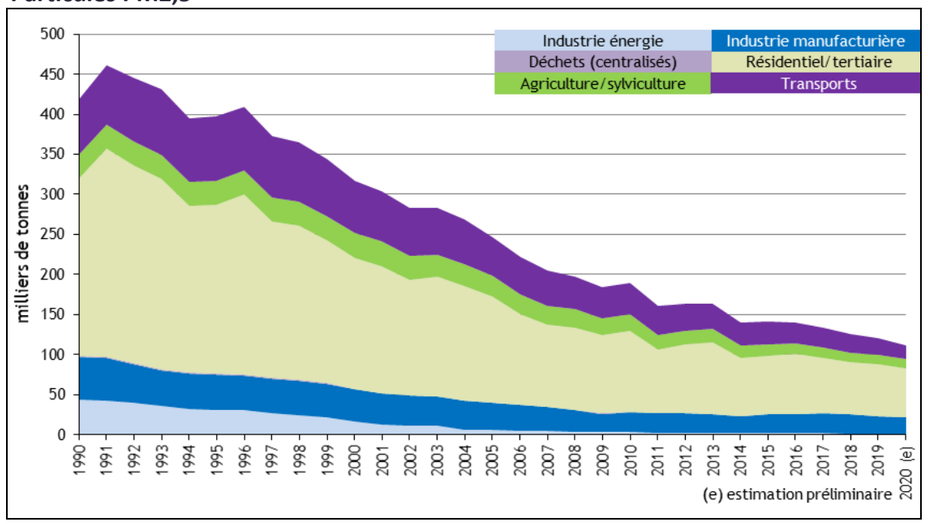
- l'agriculture/sylviculture avec 60 % des émissions de la France métropolitaine en 2020 , notamment du fait des labours des cultures ;
- l'industrie manufacturière avec 27 %, notamment du fait des activités du BTP et de la construction (chantiers), ainsi que l'extraction de roches dans les carrières ;
- le résidentiel / tertiaire (9 %) du fait de la consommation de bois ;
- les transports (4 %).

Particules PM10



Source : Citepa, avril 2021 - Format Secten

Particules PM2,5



Source : Citepa, avril 2021 - Format Secten

Les secteurs contribuant aux émissions de ce polluant, par ordre de prédominance en 2020 sont :

- Le résidentiel / tertiaire (32 %), du fait de la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul
- L'industrie manufacturière (28 %), en particulier le sous-secteur des minéraux non métalliques et des matériaux de construction
- L'agriculture / sylviculture (26 %), en particulier les élevages et lu labour des cultures ;
- Les transports (13 %)
- La transformation d'énergie 1 %.

Les émissions par ordre d'importance en 2020 sont induites par :

- Le résidentiel / tertiaire avec 54 % des émissions totales de la France métropolitaine ;
- L'industrie manufacturière 19 % ;
- Les transports 15 % ;
- Le secteur de l'agriculture/sylviculture 11 % ;
- La transformation d'énergie 1 %.

➢ *Effets sur la santé*

Leurs effets sur la santé dépendent de leur granulométrie et de leur composition chimique. Plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles peuvent contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont cancérigènes. Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM10 et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.
Les préoccupations portent aujourd'hui sur des particules plus fines (PM2,5).

ANNEXE N°9 : REGLEMENTATION DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Tableau 99 : Critères nationaux de la qualité de l'air

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique
Dioxyde d'azote (NO_2)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/10 : 40 µg/m³. **En moyenne horaire :** depuis le 01/01/10 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	**En moyenne annuelle :** 40 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 200 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives. 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.	
Oxydes d'azote (NOx)					**En moyenne annuelle** (équivalent NO_2) : 30 µg/m³ (protection de la végétation).
Dioxyde de soufre (SO_2)	**En moyenne journalière :** 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. **En moyenne horaire :** depuis le 01/01/05 : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	**En moyenne annuelle :** 50 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 300 µg/m³.	**En moyenne horaire** sur 3 heures consécutives : 500 µg/m³.	**En moyenne annuelle et hivernale** (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m³.
Plomb (Pb)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 0,25 µg/m³.			
Monoxyde de carbone (CO)	**Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures :** 10 000 µg/m³.				
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM10)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³. **En moyenne journalière :** depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	**En moyenne annuelle :** 30 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 50 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 80 µg/m³.	
Benzène (C_6H^6)	**En moyenne annuelle :** depuis le 01/01/10 : 5 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 2 µg/m³.			

Polluant	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeurs cibles
Ozone (O_3)		**Seuil de protection de la santé**, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile. **Seuil de protection de la végétation**, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h	**En moyenne horaire :** 180 µg/m³.	**Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population**, en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure **Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence**, en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 3e seuil : 360 µg/m³.	**Seuil de protection de la santé :** 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010. **Seuil de protection de la végétation :** AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.

* AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures. (40 ppb ou partie par milliard=80 µg/m³)

Polluant	Valeurs limites	Objectif de qualité	Valeur cible	Objectif de réduction de l'exposition par rapport à l'IEM 2011* , qui devrait être atteint en 2020		Obligation en matière de concentration relative à l'exposition qui doit être respectée en 2015
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM2,5)	**En moyenne annuelle :** 25 µg/m³ depuis le 01/01/15.	**En moyenne annuelle :** 10 µg/m³.	**En moyenne annuelle :** 20 µg/m³.	**Concentration initiale**	**Objectif de réduction**	20 µg/m³ pour l'IEM 2015**.
				<= à 8,5 µg/m³	0%	
				>8,5 et <13 µg/m³	10%	
				>=13 et <18 µg/m³	15%	
				>=18 et <22 µg/m³	20%	
				>= à 22 µg/m³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m³	

* IEM 2011 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2009, 2010 et 2011.
** IEM 2015 : Indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ sur les années 2013, 2014 et 2015.

Polluants	Valeurs cibles* qui devraient être respectées le 31 décembre 2012
Arsenic	6 ng/m³
Cadmium	5 ng/m³
Nickel	20 ng/m³
Benzo(a)pyrène (utilisé comme traceur du risque cancérogène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)	1 ng/m³

* Moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3).

Les normes à respecter en matière de qualité de l'air sont définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 :

- **Objectif de qualité :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandations :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates ;
- **Seuil d'alerte :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence ;
- **Valeur cible :** niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné ;
- **Valeur limite :** seuil maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement ;
- **Niveau critique :** niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

ANNEXE N°10 : LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS

Polluant	Durée retenue pour le calcul des moyennes	Seuils de référence OMS 2021 (Concentrations)
$PM_{2.5}$ (µg/m3)	Année	5
	24 heures [a]	15
PM_{10} (µg/m³)	Année	15
	24 heures [a]	45
NO_2 (µg/m³)	Année	10
	24 heures [a]	25
O_3 (µg/m³)	Pic saisonnier [b]	60
	8 heures [a]	100
SO_2 (µg/m³)	24 heures [a]	40
CO (mg/m³)	24 heures [a]	4

a 99ème percentile (3 à 4 jours de dépassement par an).

b Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale d'O_3 sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O_3 a été la plus élevée.

ANNEXE N°11 : DONNEES TRAFIC CONSIDEREES DANS L'ETUDE

	Horizon actuel 2022				Fil de l'eau 2028				Projet 2028				Cumulée 2035			
	TMJA				TMJA				TMJA				TMJA			
Brin	Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]	Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]	Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]	Poids Lourds	Vitesse PL [km/h]	Véhicules Légers	Vitesse VL [km/h]
1	70	50	10515	50	100	50	10575	50	100	50	10715	50	100	50	10715	50
2	210	50	8460	50	210	50	8460	50	210	50	8490	50	210	50	8490	50
3	210	50	10260	50	210	50	10300	50	210	50	10300	50	210	50	10300	50
4	100	30	7890	30	100	30	7990	30	100	30	8260	30	100	30	8260	30
5	110	50	7935	50	110	50	8035	50	110	50	8305	50	110	50	8305	50
6	10	30	1000	30	10	30	1015	30	10	30	1960	30	10	30	1960	30
7	10	30	765	30	10	30	780	30	10	30	1160	30	10	30	1160	30
8	220	50	11345	50	220	50	11390	50	220	50	11580	50	220	50	11580	50
9	230	50	11580	50	230	50	11630	50	230	50	12080	50	230	50	12080	50
10	5	30	1110	30	5	30	1120	30	5	30	1295	30	5	30	1295	30
11	5	30	1280	30	5	30	1290	30	5	30	1740	30	5	30	1740	30
12	120	50	7180	50	120	50	7315	50	120	50	8180	50	120	50	8180	50
13	10	50	1800	50	10	50	1800	50	10	50	1800	50	10	50	1800	50
14	0	50	1530	50	0	50	1530	50	0	50	1530	50	0	50	1530	50
15	10	50	1490	50	10	50	1490	50	10	50	1490	50	10	50	1490	50
16	0	30	3370	30	0	30	3370	30	0	30	3370	30	0	30	3370	30
17	20	30	4090	30	20	30	4090	30	20	30	4090	30	20	30	4090	30
18	130	50	7625	50	130	50	7750	50	130	50	8875	50	130	50	8875	50
19	235	50	11940	50	235	50	12000	50	235	50	12565	50	235	50	12565	50
20	30	50	5600	50	30	50	5600	50	30	50	5600	50	30	50	5600	50
21	235	50	14935	50	235	50	14995	50	235	50	15560	50	235	50	15560	50
22	75	50	9290	50	75	50	9290	50	75	50	9365	50	75	50	9365	50
23	220	50	10605	50	220	50	10665	50	220	50	11155	50	220	50	11155	50

Brin	Longueur (m)	Nom de la voie	Brin	Longueur (m)	Nom de la voie
1	365	Bd Charles de gaulle	13	197	Rue Dufay prolongée
2	364	D938 - Bd du 11 Novembre	14	250	Rue Louis Blanc
3	235	D938 - Bd du 11 Novembre	15	249	Rue Lethuillier Pinel
4	268	Rue Saint-Julien	16	160	Rue Dufay
5	222	Rue Saint-Julien	17	303	Rue Lethuillier Pinel
6	128	Rue parmentier	18	158	Rue Saint-Julien
7	166	Rue parmentier	19	102	D93_ - Av de la Libération
8	168	D938 - Av de la Libération	20	577	D3 - Av J.Jaurès
9	172	D938 - Av de la Libération	21	95	D938 - Av Jean Rondeaux
10	176	Rue de Gessard	22	404	D840 - Av de Caen
11	214	Rue de Gessard	23	365	D938 - Av Jean Rondeaux
12	208	Rue Saint-Julien			

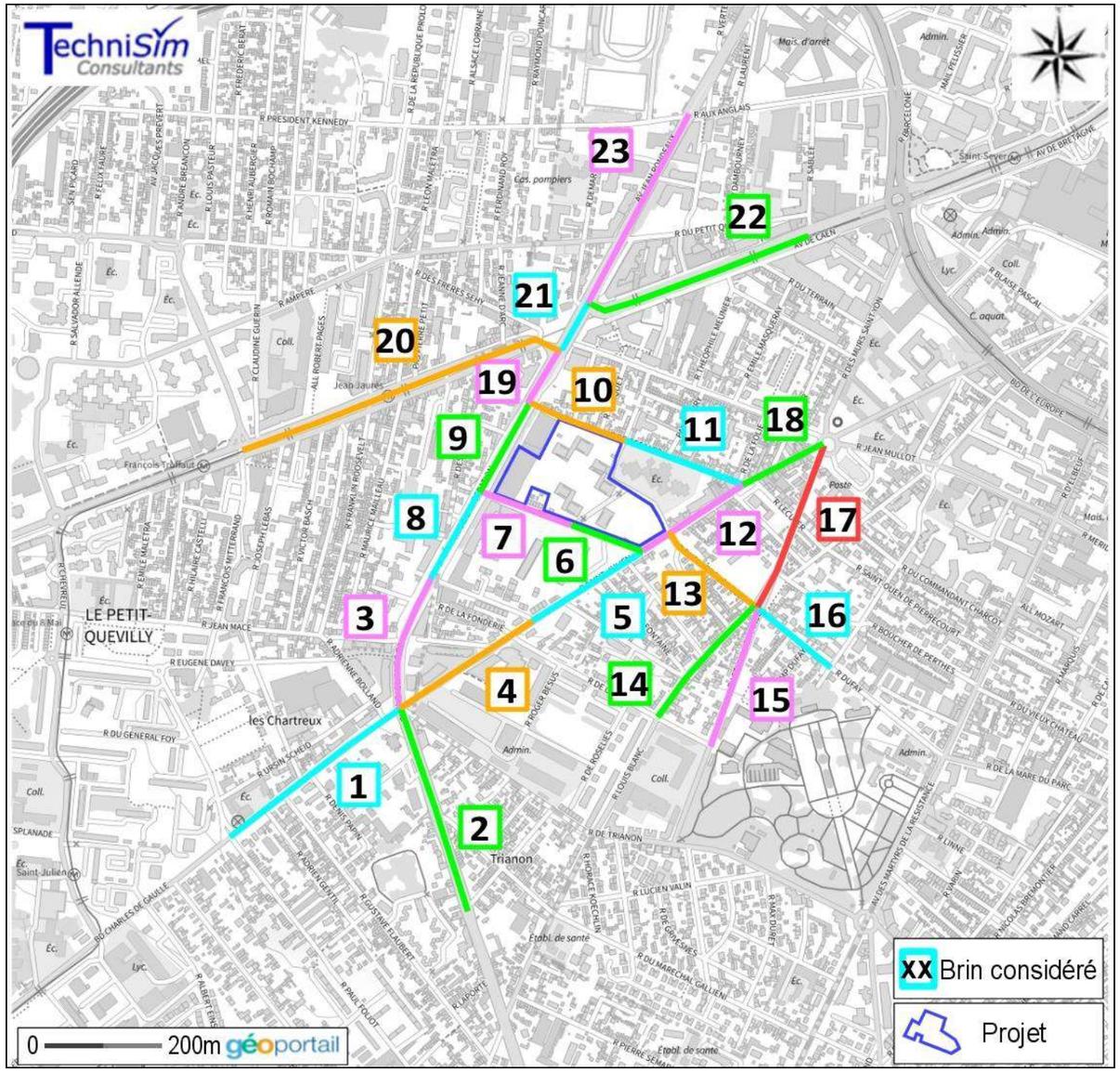


Figure 169 : Brins considérés

Contact

Techni*Sim* Consultants
316 rue Paul Bert
69003 LYON

Fixe : 04 37 69 92 80
Mél : technisim@wanadoo.fr

***ADDENDA** : L'absence de remarques sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.*

Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.

Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs régaliens est compris dans la prestation.

→ FIN de DOCUMENT ←

9

Pré-étude désamiantage par ACCEO (Octobre 2020)

Pré-étude désamiantage

2020-014-060

ALTARA COGEDIM

Site :
Bâtiments A / B / C / D / F / G / H
Rue Parmentier
76000 Rouen

Représentant du maître d'ouvrage :
Monsieur Benjamin SOUESME

Date : 23/10/2020

Ingénieurs Amiante :
Christophe RAYMOND

Version : ind 2

Nous contacter :
Agence ACCEO Paris
01.76.74.77.75

Sommaire

1 GENERALITES

1.1 CONTEXTE

Dans le cadre d'un projet d'acquisition de site, ALTAREA COGEDIM envisage une opération de désamiantage et de démolition des bâtiments A / B / C / D / F / G / H situés rue Parmentier à Rouen (76000).

Dans le cadre de ce projet, ACCEO a été missionné par Altarea Cogedim pour estimer le montant des travaux de désamiantage.

1.2 DESIGNATION DU BIEN IMMOBILIER

La présente pré-étude porte sur les différents bâtiments suivants :

Bâtiments concernés	Surface d'emprise au sol (m^2)	Niveau le plus élevé
A	600	R+9
B	600	R+9
C	600	R+9
D	600	R+7
F	600	R+9
G	600	R+9
H	600	R+7

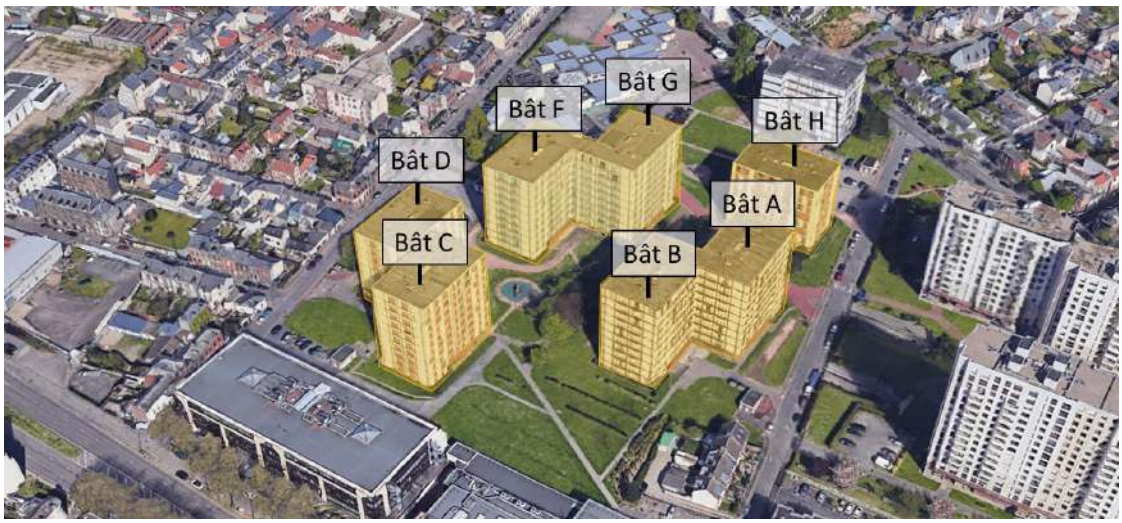


Figure 1 : Illustration des bâtiments objet du projet

Chaque bâtiment est similaire aux autres. Chaque bâtiment présente la particularité d'être construit avec une structure métallique.

1.3 PROGRAMME TRAVAUX

Les travaux consistent en la démolition complète des bâtiments. Les travaux de retrait d'amiante doivent donc concerner l'intégralité des matériaux et produits contenant de l'amiante présent sur le site (extérieurs et bâtiments).

2 EXPERTISE AMIANTE

2.1 RAPPORTS MIS A DISPOSITION

Bâtiment concerné	Zone concernée	Type de rapport	Entreprise	Date d'établissement
A	Ensemble du bâtiment	RAAD	EXPERT HABITAT	18/10/2016
B	Ensemble du bâtiment	RAAD	EXPERT HABITAT	20/10/2016
C	Logements	RAAD	EXPERT HABITAT	18/02/2016
	Parties communes	RAAD	EXPERT HABITAT	28/01/2016
	Extérieurs	RAAD	EXPERT HABITAT	10/02/2016
D	Logements	RAAD	EXPERT HABITAT	22/01/2016
	Parties communes	RAAD	EXPERT HABITAT	22/02/2016
	Extérieurs	RAAD	EXPERT HABITAT	10/02/2016
F	Logements	RAAD	EXPERT HABITAT	03/02/2016
	Parties communes	RAAD	EXPERT HABITAT	22/02/2016
	Extérieurs	RAAD	EXPERT HABITAT	10/02/2016
G	Logements	RAAD	EXPERT HABITAT	09/02/2016
	Parties communes	RAAD	EXPERT HABITAT	22/02/2016
	Extérieurs	RAAD	EXPERT HABITAT	09/02/2016
H	Ensemble du bâtiment	RAAD	EXPERT HABITAT	20/10/2016
Enrobés	Extérieurs	Rapport de prélèvement	GEOTEC	30/10/2018

RAAD : Rapport de mission de repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante avant démolition

2.2 ANALYSE CRITIQUE DES RAPPORTS AMIANTE

La lecture des rapports fait ressortir les écarts suivants :

- Les étendues ne sont pas représentées sur les schémas de repérage. Par exemple, il est question de plaques cartonnées amiantées au niveau des pignons. Les rapports ne donnent pas d'information sur les surfaces impactées. A l'exception des flocages sur les structures acier des bâtiments, le dimensionnement et les estimations quantitatives des matériaux et produits contenant de l'amiante sont difficilement réalisables
- Lorsqu'ils sont présents, les schémas de repérage sont très médiocres (schémas de repérage intégrant des annotations faites à main levée pour lesquels il est difficile d'en faire la lecture).
- Un nombre important de schémas de repérage est absent des rapports.
- La clarté des rapports est à revoir : à plusieurs reprises, il est difficile de cerner si l'opérateur de repérage fait référence à des matériaux et produits amiantés ou non.
- Les rapports ne sont pas exhaustifs. Des écarts ont été constatés lors de la visite d'ACCEO :
    - Les résultats sur les revêtements de sol ne sont pas clairement établis. Sur certains bâtiments, il apparaît très localement des sols amiantés. Sur d'autres, avec en apparence un même revêtement de sol, il n'y a pas d'amiante.
    - Planchers non investigués sur toute leur épaisseur
    - Câbles électriques non sondés
    - Machineries ascenseur non visitées

Avis ACCEO

Les rapports sont en l'état difficilement exploitables pour mener à bien tout projet de travaux de retrait d'amiante. Trop d'imprécisions sont constatées où s'ajoutent des schémas de repérage incohérents et très minimalistes.

Néanmoins, du fait d'une problématique amiante généralisée de grande ampleur sur chaque bâtiment, les rapports permettent d'avoir une idée relativement précise de la situation amiante.

Compléments de repérage à prévoir

Des compléments doivent être réalisés, et ont principalement pour but de définir précisément la localisation et les étendues des matériaux et produits amiantés.

ACCEO estime entre 10k et 15 k€ HT le budget à provisionner pour mener tous les compléments nécessaires. Ces compléments doivent essentiellement se faire par des visites, sondages et investigations. La quantité de prélèvements doit être restreinte (entre 150 et 200) compte tenu de l'information amiante existante.

2.3 SYNTHESE DE L'INFORMATION AMIANTE RETENUE

L'information amiante retenue pour la présente étude est synthétisée dans le tableau qui suit. Les quantitatifs sont estimées après confrontation des rapports de repérage et des constats faits par ACCEO lors de la visite de site.

MPCA	Localisation	Unité	Bât A	Bât B	Bât C	Bât D	Bât F	Bât G	Bât H	Total
Flocage / progypsol	Ensemble des poteaux et poutres en acier à l'intérieur du bâtiment	**ml**	1098	1098	1098	854	1098	1098	854	**7 198**
Trace de flocage sous bac acier (100% des planchers sont pris en compte)	100% des planchers hauts	**m²**	5400	5400	5400	4200	5400	5400	4200	**35 400**
Flocage dans gaines techniques	Ensemble des gaines technique sur palier	**m²**	60	60	60	48	60	60	48	**396**
Languette en amiante-ciment Bande bitumineuse aimantée	Ensemble des cloisons	**m²**	600	600	600	450	600	600	450	**3 900**
Revêtement de sol	Ensemble des bâtiments	**m²**	100	150	150	100	-	50	-	**550**
Conduit en amiante-ciment	Conduit VO, conduit d'air Ensemble des bâtiments	**ml**	100	100	100	80	100	100	80	**660**
Tampon bitumineux sous évier	Ensemble des éviers	**u**	78	78	78	62	78	78	62	**514**
Plaque carton gris sur pignon	Pignon des bâtiments. Localisation exacte impossible en l'état	**m²**	100	100	100	80	100	100	80	**660**
Plaque amiante-ciment / panneau glasal	Plafond des halls d'entrée / Cloison hall d'entrée / portes palière ascenseur	**m²**	100	100	100	80	100	100	100	**680**
Coffrage perdu en amiante-ciment	Ensemble des pieds des poteaux acier extérieurs et périphériques aux bâtiments	**u**	16	16	16	16	16	16	16	**112**
Porte palière ascenseur	Trémie ascenseur	**u**	-	-	1	-	1	8	-	**10**
Mâchoires de freins de machinerie ascenseur	Machinerie ascenseur	**u**	-	-	-	1	-	-	-	**1**

3 SYNTHESE FINANCIERE

3.1 STRATEGIE DES TRAVAUX DE RETRAIT D'AMIANTE

Le traitement d'un flocage amianté est l'une des opérations de retrait d'amiante des plus émissives en fibres d'amiante dans l'air. Compte tenu de la présence de flocage amianté sur l'ensemble des structures acier des bâtiments, le traitement de l'amiante sur chacun des bâtiments doit se faire en confinant l'intégralité du bâtiment, de telle sorte à obtenir une enceinte formant une seule et même zone, avec des dispositions et des moyens de protection équivalent, à minima, à un niveau 2 d'empoussièrement (100 à 6000 fibres/L). Ce confinement consiste en un échafaudage périphérique monté autour et au-dessus de chaque bâtiment sur lequel est plaquée une bâche thermosoudée.

En pied de bâtiment sont installées la zone d'approche, de récupération et les accès aux bâtiments.

Une attention particulière doit être portée sur les consommations électriques qui seront très importantes du fait d'un nombre d'extracteurs d'air très important.

Enfin, les estimations financières sont estimées selon 2 cas : cas où les travaux sont réalisés sur plusieurs opérations indépendantes et cas où les travaux sont réalisés en continu. Dans le premier cas, les frais d'amenés/replis, raccordements et abonnements pour fourniture d'électricité, les installations générales de chantier, etc. doivent se répéter autant de fois qu'il y a de phases.

3.2 ESTIMATIONS FINANCIERES

L'estimation financière qui suit est établie sur la base de l'information amiante existante décrite au paragraphe §2.3.
Les estimations financières inclus :

- Les consommations électriques et eau ;
- Le gardiennage ;
- Les installations générales de chantier ;
- Les installations de chantier spécifiques aux travaux à risque amiante et de démolition ;
- Les travaux de curage rouge ;
- Les travaux de retrait d'amiante ;
- Les travaux de démolition et nivellement.

Cas 1 : Travaux réalisés bâtiment par bâtiment, sur des opérations complètement indépendantes mais par une même entreprise (ou groupement d'entreprises)

BATIMENTS	ESTIMATION (en K€ HT)		
	Opérations de curage rouge Retrait d'amiante	Opérations de démolition Reprise des aciers	**Total**
A/B	1 870 k€	155 k€	**2 025 k€**
C/D	1 780 k€	145 k€	**1 925 k€**
F/G	1 870 k€	155 k€	**2 025 k€**
H	860 k€	95 k€	**955 k€**
Total	**6 380 k€**	**550 k€**	**6 930 k€**

Cas 2 : Travaux réalisés bâtiment par bâtiment en continu et en une seule phase

BATIMENTS	ESTIMATION (en K€ HT)		
	Opérations de curage rouge Retrait d'amiante	Opérations de démolition Reprise des aciers	**Total**
A/B	1545 k€	135 k€	**1 680 k€**
C/D	1460 k€	125 k€	**1 585 k€**
F/G	1545 k€	135 k€	**1 680 k€**
H	780 k€	85 k€	**865 k€**
Total	**5 330 k€**	**480 k€**	**5 810 k€**

3.3 RISQUE D'IMPACT FINANCIER

L'entreprise MARELLE, qui a déjà participé à la démolition du bâtiment J (bâtiment similaire au bâtiment H) en groupement avec l'entreprise ECOLEX, a retranscrit dans son devis les matériaux et produits amiantés complémentaires qui n'apparaissent pas dans les RAAD. Il s'agit de :

- Plaques faux-plafonds sur cour anglaise avec languettes EVERIT + Isolant sous-jacents ;
- Flocage sur :
  - Les poutres et contreventements à chaque niveau ;
  - Les gaines techniques ;
- Présence d'une seconde rangée de cloisons en doublage de ces mêmes diagonales, à traiter sous curage rouge ;
- Présence de bourre amiante dans les profilés métalliques maître de chaque niveau.

En fonction des étendues exactes, ACCEO estime le risque d'impact financier entre 70 et 300 k€ HT.

Ce coût est négligeable compte-tenu du fait que tous ces matériaux et produits amiantés complémentaires sont déjà à l'intérieur d'une zone confinée dans laquelle tout support est considéré comme pollué par des fibres d'amiante. L'impact financier se limite donc aux déchets amiante supplémentaires et aux divers coûts de prolongement (conso électriques, temps de présence des opérateurs sur site, usage des outils et mesures d'empoussièrement).

3.4 BILAN FINANCIER

Le bilan financier reprend les estimations des §3.2 et 3.3, en distinguant toujours les cas où les travaux sont réalisés sur une seule phase et plusieurs phases distinctes :

Cas 1 : Travaux réalisés bâtiment par bâtiment, sur des opérations complètement indépendantes mais par une même entreprise (ou groupement d'entreprises) :

ACCEO estime ce montant entre 7 000 et 7 300 k€ HT.

Cas 2 : Travaux réalisés bâtiment par bâtiment en continu et en une seule phase :

ACCEO estime ce montant entre 5 880 et 6 110 k€ HT.

10

Avis de la DRAC dispensant le projet de prescriptions d'archéologie préventive (14 octobre 2021)

PRÉFET
DE LA RÉGION
NORMANDIE

Liberté
Égalité
Fraternité

Service régional de l'archéologie

Direction régionale des affaires culturelles

Affaire suivie par :
Laurence ELOY-EPAILLY
02.32.10.70.73

laurence.eloy-epailly@culture.gouv.fr

Références : CP0765402100045-1

COGEDIM

87 Rue de Richelieu

75002 PARIS

À l'attention de Monsieur Antonin VORKAUFER

CAEN, le 14 OCT. 2021

Lettre recommandée avec accusé de réception

Objet : Archéologie préventive - Consultation préalable à un projet d'aménagement
Références : ROUEN (SEINE-MARITIME), 2021 - 39 rue de Gessard
CP0765402100045
Votre courrier du 8 octobre 2021
Livre V du Code du patrimoine

Monsieur,

Vous m'avez transmis un dossier relatif au projet visé en référence afin que j'examine s'il est susceptible de donner lieu à des prescriptions archéologiques. Cet envoi constitue une demande d'information préalable au titre de l'article R.523-12 du code du patrimoine.

J'ai l'honneur d'en accuser réception à la date du 11 octobre 2021.

Après examen du dossier, je vous informe que, en l'état des connaissances archéologiques sur le secteur concerné, de la nature et de l'impact des travaux projetés, ceux-ci ne semblent pas susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique. Ce projet ne donnera pas lieu à une prescription d'archéologie préventive.

En conséquence, je suis réputé avoir renoncé à émettre des prescriptions d'archéologie préventive. Ce renoncement est valable cinq ans sauf si votre projet connaît des modifications substantielles ou si l'état des connaissances archéologiques sur ce territoire évolue.

Je vous rappelle toutefois qu'en cas de découverte fortuite de vestiges archéologiques vous avez l'obligation d'en faire la déclaration immédiate auprès du maire de la commune concernée conformément à l'article L.531-14 du code du patrimoine, et je vous remercie d'en informer mes services.

Mes services se tiennent à votre disposition pour vous apporter toutes les informations que vous jugerez utiles.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le Préfet de la région Normandie,
Pour la directrice régionale des affaires culturelles,
et par subdélégation,
Le conservateur régional adjoint de l'archéologie.

Fabrice HENRION

Service régional de l'archéologie
13 bis Rue Saint-Ouen 14052 CAEN CEDEX 4
Téléphone 02 31 38 39 19 - Télécopie 02 31 23 84 65
http://www.culture.gouv.fr/Drac-NORMANDIE/