



ROUEN (76)

DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE
VOLET FAUNE FLORE

Version du 07/11/2022

SOMMAIRE

1.	CADRE DE L'ETUDE	7
<hr/>		
1.1	CONTEXTE DE LA DEMANDE ET OBJECTIFS DE LA MISSION	7
1.2	LOCALISATION DU PROJET	9
2.	METHODE D'INVENTAIRE	10
<hr/>		
2.1	DEFINITION DES AIRES D'ETUDE	10
2.2	EFFORT DE PROSPECTIONS	12
2.3	METHODOLOGIE GENERALE	13
2.4	METHODES D'INVENTAIRES : LA FLORE ET LES HABITATS	14
2.5	METHODES D'INVENTAIRE : LA FAUNE	15
2.6	EVALUATION DES ENJEUX	21
3.	CONTEXTE ECOLOGIQUE	23
<hr/>		
3.1	ZONES A PORTEE REGLEMENTAIRE ENVIRONNANTES	23
	CARTOGRAPHIE DES ZONES	23
	PRESENTATION DES ZONES	26
3.2	ZONES D'INTERET ECOLOGIQUE ENVIRONNANTES	27
	CARTOGRAPHIE DES ZONES	28
	PRESENTATION DES ZONES	30
3.3	LE SCHEMA REGIONALE DE COHERENCE ECOLOGIQUE	35
3.4	PLAN LOCAL D'URBANISME	38
3.5	CORRIDORS ET RESERVOIRS ECOLOGIQUES A L'ECHELLE DU QUARTIER	40
3.6	SYNTHESE DES ENJEUX CONTEXTUELS	41
3.7	LES HABITATS LIMITOPHES	42
4.	ETAT INITIAL ECOLOGIQUE	48
<hr/>		
4.1	HABITATS OBSERVES SUR LA ZONE D'ETUDE	48
	CARTOGRAPHIE DES HABITATS BIOLOGIQUES DU SITE	48
	PRESENTATION DES HABITATS DU SITE	50
4.2	ESPECES VEGETALES OBSERVEES SUR LA ZONE D'ETUDE	60
4.3	ESPECES ANIMALES OBSERVEES SUR LA ZONE D'ETUDE	71
	AVIFAUNE	71
	ENTOMOFAUNE	76
	CHIROPTERES	78
	MAMMIFERES (HORS CHIROPTERES)	86
	HERPETOFAUNE	89
5.	ANALYSES DES ENJEUX FLORISTIQUES ET FAUNISTIQUES	91
<hr/>		
5.1	ENJEUX HABITATS ET FLORE	91
5.2	ENJEUX AVIFAUNE	94
5.3	ENJEUX ENTOMOFAUNE	94
5.4	ENJEUX CHIROPTERES	95
5.5	ENJEUX MAMMIFERES (HORS CHIROPTERES)	96
5.6	ENJEUX HERPETOFAUNE	96
6.	IMPACT DU PROJET SUR LES ENJEUX PRESENTS A L'ETAT INITIAL	97
<hr/>		
6.1	IMPACTS DU PROJET SUR LA FAUNE, LA FLORE ET LES HABITATS	97
7.	MESURES DE LA SEQUENCE ERC A METTRE EN OEUVRE	101
<hr/>		
7.1	SYNTHESE DES MESURES A METTRE EN PLACE	101

7.2	MESURES D'ÉVITEMENT	103
	ME 1 : MISE EN DEFENS DES ZONES A CONSERVER	103
	ME 2 : PHASAGE DES TRAVAUX EN DEHORS DES PERIODES SENSIBLES POUR LA BIODIVERSITE	107
	ME 3 : POSE DE GITES A CHIROPTERES AU SOL	109
	ME 4 : RECHERCHE DE GITES FAVORABLES A PROXIMITE DU SITE	110
	ME 5 : GESTION DE L'AILANTE GLANDULEUX, DU BUDDLEIA DU PERE DAVID ET DE LA RENOUÉE DU JAPON (EVEE) EN AMONT DE LA PHASE CHANTIER	111
7.3	MESURES DE REDUCTION	113
	MR 1 : CHOIX D'ESSENCES LOCALES ET FAVORABLES A LA BIODIVERSITE	113
	MR 2 : INSTALLATION DE PRAIRIES A HAUTE VALEUR ECOLOGIQUE	114
	MR 3 : PLANTATION DE HAIES ARBUSTIVES INDIGENES	115
	MR 4 : PLANTATION D'ARBRES POUR ENRICHIR LA STRATE ARBOREE	117
	MR 5 : MISE EN PLACE D'UNE GESTION ECOLOGIQUE	118
	MR 6 : MISE EN PLACE D'UN SCHEMA D'ECLAIRAGE RAISONNE	119
	MR 7 : GESTION DES ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES (EEE)	122
	MR 8 : GARDER LE SITE PERMEABLE A LA FAUNE : INSTALLER DES CLOTURES OUVERTES	124
7.4	MESURES DE COMPENSATION	126
	MC 1 : CREATION DE BIOTOPES POUR L'ACCUEIL DE COLONIES DE CHIROPTERES DANS LES COMBLES	126
	MC 2 : CREATION DE BIOTOPES POUR L'ACCUEIL DES CHIROPTERES SUR LE SITE	128
	MC 3 : CREATION DE BIOTOPES ARTIFICIELS POUR LES ESPECES FAUNISTIQUES	130
	MC4 : RENFORCEMENT DU CARACTERE ECOLOGIQUE DU PARC CENTRAL	134
7.5	MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	135
	MA 1 : SUIVI DES TRAVAUX PAR UN.E ECOLOGUE	135
	MA 2 : SUIVI A LA LIVRAISON DU PROJET : VERIFICATION DE LA BONNE MISE EN PLACE DES AMENAGEMENTS POUR LA FAUNE	137
	MA 3 : SUIVI DE 10 A 30 ANS SUR LE SITE POUR VERIFIER LA FONCTIONNALITE DES AMENAGEMENTS INSTALLES	138
8.	CONCLUSION	141
9.	ANNEXES	142

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE © GEOPORTAIL 2018	7
FIGURE 2 : PLAN MASSE DU PROJET © ALTAREA COGEDIM.....	8
FIGURE 3 : LOCALISATION DU PROJET, © GEOPORTAIL	9
FIGURE 4 : PERIMETRE DE PROSPECTIONS NATURALISTES © GEOPORTAIL.....	11
FIGURE 5 : PRESENTATION DES POSITIONNEMENTS DES NATURALISTES REALISES LORS DE L'INVENTAIRE DIURNE-NOCTURNE © ARP-ASTRANCE 2022.....	18
FIGURE 6 : DETECTEUR ET ENREGISTREUR D'ULTRASON SM2BAT + WILDLIFE	19
FIGURE 7 : SCHEMA RECAPITULATIF DU PROTOCOLE CHIROPTERES © ARP-ASTRANCE 2022	20
FIGURE 8 : CARTE DES ZONES REGLEMENTAIRES DANS UN RAYON DE 5 KM AUTOUR DU SITE A ROUEN, © ARP- ASTRANCE 2022.....	25
FIGURE 9 : AGRION MERCURE	26
FIGURE 10 : TRITON CRETE © E. SANSALT.....	26
FIGURE 11 : CARTE DES ZONES D'INVENTAIRE DANS UN RAYON DE 5 KM AUTOUR DU SITE A ROUEN © ARP- ASTRANCE 2022.....	29
FIGURE 12 : ORPHYS BOURDON ©Y. MARTIN	30
FIGURE 13 : ALISIER DE FONTAINEBLEAU	30
FIGURE 14 : TRITON PALME ©J.C. DE MASSARY.....	31
FIGURE 15 : STRATIOTE FAUX-ALOES © G. ARNAL	31
FIGURE 16 : GOMPHOCERE TACHETE © E. SANSALT	31
FIGURE 17 : SESLERIE BLEUE © Y. MARTIN	32
FIGURE 18 : GERMANDREE DES MONTAGNES © Y. MARTIN	32
FIGURE 19 : EPIAIRE DROITE	32
FIGURE 20 : FAUCON PELERIN.....	33
FIGURE 21 : AÏRA CARYOPHYLLEE ©H. TINGUY	33
FIGURE 22 : DANTHONIE DECOMBANTE ©Y. MARTIN	33
FIGURE 23 : LEZARD DES SOUCHES ©P. GOURDAIN.....	34
FIGURE 24 : UTRICULAIRE CITRINE.....	34
FIGURE 25 : GRAND MARS CHANGEANT.....	34
FIGURE 26 : EXTRAIT DE LA CARTE DU SRCE DE NORMANDIE, © SRCE NORMANDIE	37
FIGURE 27 : EXTRAIT DU PLAN DE ZONAGE DE LA COMMUNE DE ROUEN DU PLUI APPROUVE LE 13 FEVRIER 2020 © METROPOLE ROUEN NORMANDIE.....	39
FIGURE 28 : ESPACES VERTS ARBORES A PROXIMITE DU SITE © ARP-ASTRANCE 2022	41
FIGURE 29 : HABITATS LIMITROPHES DU SITE © ARP-ASTRANCE 2022	43
FIGURE 30 : HAIE ARBUSTIVE DANS LE SQUARE A PROXIMITE DU SITE © ARP-ASTRANCE FEVRIER 2022	44
FIGURE 31 : PELOUSE DANS LE SQUARE A PROXIMITE DU SITE © ARP-ASTRANCE FEVRIER 2022.....	44
FIGURE 32 : PELOUSE ARBOREE DE L'ECOLE ELEMENTAIRE A PROXIMITE DU SITE © ARP-ASTRANCE OCTOBRE 2021.....	45
FIGURE 33 : CARTE DES HABITATS DU SITE LES PEPINIERS A ROUEN © ARP-ASTRANCE 2022	49
FIGURE 34 : GROUPEMENT D'ARBRES AU NORD DU SITE © ARP-ASTRANCE AVRIL 2022	51
FIGURE 35 : GROUPEMENT D'ARBRES AU CENTRE DU SITE © ARP-ASTRANCE AVRIL 2022	52
FIGURE 36 : HAIE PERSISTANTE AU SUD DU SITE © ARP-ASTRANCE AVRIL 2022.....	52
FIGURE 37 : HAIE CHAMPETRE DU SITE © ARP-ASTRANCE AVRIL 2022	53
FIGURE 38 : ALBIZIA SP RECOUVERT PAR DU LIERRE GRIMPANT SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE FEVRIER 2022 .	54
FIGURE 39 : PRAIRIE MESOPHILE A L'OUEST DU SITE © ARP-ASTRANCE AVRIL 2022	55
FIGURE 40 : PRAIRIE MESOPHILE A L'EST DU SITE © ARP-ASTRANCE FEVRIER 2022	55
FIGURE 41 : BATIMENTS DU SITE A ENJEUX MODERES © ARP-ASTRANCE FEVRIER 2022.....	56
FIGURE 42 : BATIMENT DU SITE A ENJEUX NULS © ARP-ASTRANCE FEVRIER 2022	57
FIGURE 43 : PARKING MINERAL LOCALISE AU NORD-EST DU SITE © ARP-ASTRANCE FEVRIER 2022	58
FIGURE 44 : CHEMINEMENTS SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE FEVRIER 2022	58
FIGURE 45 : ZONE RUDERALE SUR REMBLAIS SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE AVRIL 2022	59
FIGURE 46 : CHEMINEMENT ENHERBE © ARP-ASTRANCE AVRIL 2022	59
FIGURE 47 : DE DROITE A GAUCHE, STRAMOINE COMMUNE © INPN, NIGELLE DE DAMAS © ARP-ASTRANCE 2021, TORILIS NOUEUX © INPN ET ANTHRISQUE DES DUNES © ARP-ASTRANCE 2022	65

FIGURE 48 : ORPHYS ABEILLE (A GAUCHE) ET ORCHIS PYRAMIDAL (A DROITE) SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE 2022.....	67
FIGURE 49 : LOCALISATION DES PIEDS D'ORCHIDEES SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE 2022.....	68
FIGURE 50 : ESPECES INVASIVES OBSERVEES SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE 2020 / 2021 / 2022.....	69
FIGURE 51 : LOCALISATION DES ESPECES INVASIVES SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE 2022	70
FIGURE 52 : LOCALISATION DES POINTS D'ECOUTE DE L'AVIFAUNE SUR LE SITE DE ROUEN © ARP-ASTRANCE 2022.....	72
FIGURE 53 : GOELAND ARGENTE SUR LE BATIMENT © ARP-ASTRANCE JUIN 2021	73
FIGURE 54 : FAUCON CRECERELLE SUR UNE CORNICHE DU SITE © ARP-ASTRANCE SEPTEMBRE 2020	74
FIGURE 55 : DE GAUCHE A DROITE : TIRCIS, ARGUS BLEU ET ARIANE © ARP-ASTRANCE SEPTEMBRE 2020	76
FIGURE 56 : CRIQUET MELODIEUX SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE SEPTEMBRE 2020	77
FIGURE 57 : FENETRES BRISEES ET OUVERTURES VISIBLES DANS LE BATIMENT DU SITE.....	78
FIGURE 58 : LOCALISATION DES OUVERTURES ET FENETRES BRISEES SUR LE BATI © ARP-ASTRANCE 2022.....	80
FIGURE 59 : GRAPHIQUE DE L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS CAPTEE PAR L'ENREGISTREUR 1 PAR HEURE © ARP-ASTRANCE 2022	83
FIGURE 60 : GRAPHIQUE DE L'ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS CAPTEE PAR L'ENREGISTREUR 2 PAR HEURE © ARP-ASTRANCE 2022	83
FIGURE 61 : CARTOGRAPHIE DES ZONES A ENJEUX POUR LES CHIROPTERES © ARP-ASTRANCE 2022	85
FIGURE 62 : PORTEE DE HERISSON D'EUROPE SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE JUIN 2021	87
FIGURE 63 : TAS DE BOIS MORT SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE SEPTEMBRE 2020	87
FIGURE 64 : LOCALISATION DE LA PORTEE DE HERISSON D'EUROPE OBSERVEE AU PRINTEMPS 2021 ET DES TAS DE BOIS MORTS OBSERVES EN FEVRIER 2022	88
FIGURE 65 : TOLE ONDULEE ET PIERRIER SUR LE SOL © ARP-ASTRANCE FEVRIER 2022	89
FIGURE 66 : HABITATS FAVORABLES AU DEVELOPPEMENT DES REPTILES © ARP-ASTRANCE 2022	90
FIGURE 67 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX DU SITE © ARP-ASTRANCE 2022	93
FIGURE 68 : VUE AERIENNE DE LA ZONE D'ETUDE © GEOPORTAIL.....	97
FIGURE 69 : PLAN MASSE DU PROJET © ALTAREA COGEDIM.....	98
FIGURE 70 : ZONES A CONSERVER ET A BALISER ©ARP-ASTRANCE 2022	103
FIGURE 71 : ZONES A CONSERVER DANS LE PROJET © ARP-ASTRANCE 2022	104
FIGURE 72 : BALISAGE D'ARBRES A CONSERVER SUR UN CHANTIER D'ÎLE-DE-FRANCE © ARP-ASTRANCE 2021	105
FIGURE 73 : BALISAGE DE ZONES ARBOREES A CONSERVER SUR UN CHANTIER D'ÎLE-DE-FRANCE.....	106
FIGURE 74 : HOTEL A CHIROPTERES © GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON	109
FIGURE 75 : LIEUX OU RETROUVER LES CHIROPTERES EN FONCTION DE LA SAISON ET DES ESPECES © GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON	110
FIGURE 76 : EXEMPLE DE DOCUMENTATION POUR LE CHOIX D'ESPECES LOCALES EN NORMANDIE	113
FIGURE 77 : AMENAGEMENT DU PARC NATUREL URBAIN DES PRAIRIES SAINT-MARTIN A RENNES (ILLE-ET-VILAINE), NOMME A L'EQUERRE D'ARGENT 2020, CATEGORIE ESPACES PUBLICS ET PAYSAGERS, MAITRISE D'OUVRAGE : VILLE DE RENNES, MAITRISE D'ŒUVRE : BASE, PAYSAGE ET URBANISME, © AMC-ACHI ...	114
FIGURE 78 : HAIES ECOLOGIQUES COMPOSEES D'ESPECES INDIGENES - © NATURE ET JARDIN	115
FIGURE 79 : SCHEMA D'ORGANISATION D'UNE HAIE INDIGENE © PEPINIERS BAUCHERY	116
FIGURE 82 : SCHEMA DE DIMINUTION DE L'IMPACT DE L'ECLAIRAGE © OISEAUPAPILLONJARDIN	119
FIGURE 83 : SCHEMA D'ECLAIRAGE ADAPTE SUR LE PLAN MASSE © ALTAREA COGEDIM, MODIFIE PAR ARP-ASTRANCE 2022.....	121
FIGURE 84 : HAIE CHAMPETRE © VERGER CONSERVATOIRE DE ROVILLE-AUX-CHENE.....	124
FIGURE 85 : EXEMPLE DE CLOTURE SURELEVEE © BIRDLIFE	125
FIGURE 86 : EXEMPLES DE CLOTURES PERMEABLES A LA FAUNE © U2B.....	125
FIGURE 87 : CHIROPTIERE © GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON.....	126
FIGURE 88 : LOCALISATION POTENTIELLE DES GITES DE PARTURITION POUR CHIROPTERES A VALIDER PAR LES SERVICES DE L'ETAT, LA MOE ET L'ECOLOGUE © COGEDIM, MODIFIE PAR ARP-ASTRANCE 2022	127
FIGURE 89 : EXEMPLE DE NICOIR A CHIROPTERE INSTALLE SUR UN TRONC © PINTEREST	128
FIGURE 90 : EXEMPLE DE NICOIR A CHIROPTERE SUR UN BATIMENT © OISILLON.NET	129
FIGURE 91 : EXEMPLE DE NICOIR A CHIROPTERES INTEGRE A UNE FAÇADE © GOOGLE IMAGES.....	129
FIGURE 80 : NICOIR A FAUCON CRECERELLE © LPO	131
FIGURE 81 : PRESCRIPTIONS LIEES A LA CONCEPTION DE TAS DE BOIS MORT © ARP-ASTRANCE 2022	132

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 - EFFORTS DE PROSPECTION SUR LE SITE DE ROUEN © ARP-ASTRANCE 2022	12
TABLEAU 2 - SYNTHÈSE DES ZONAGES PATRIMONIAUX NON-REGLEMENTAIRES DANS UN RAYON DE 5 KM AUTOUR DU SITE A ROUEN © ARP-ASTRANCE 2022	24
TABLEAU 3 - SYNTHÈSE DES ZONAGES PATRIMONIAUX NON-REGLEMENTAIRES DANS UN RAYON DE 5 KM AUTOUR DU SITE A ROUEN, © ARP-ASTRANCE 2022	28
TABLEAU 4 - HABITATS LIMITOPHES DU SITE © ARP-ASTRANCE 2022	42
TABLEAU 5 - ESPECES ARBOREES, ARBUSTIVES ET HERBACEES OBSERVEES DANS LA ZONE D'ETUDE ELARGIE, .	45
TABLEAU 6 - HABITATS RECENSES SUR LA ZONE D'ETUDE LES PEPINIERS A ROUEN, © ARP-ASTRANCE 2022..	50
TABLEAU 7 - ESPECES FLORISTIQUES OBSERVEES DANS LA ZONE D'ETUDE A ROUEN	60
TABLEAU 8 - ESPECES ORNITHOLOGIQUES OBSERVEES ET CONTACTEES SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE 2022...	75
TABLEAU 9 - RHOPALOCERES OBSERVES SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE 2022.....	77
TABLEAU 10 - COLEOPTERES ET ORTHOPTERES OBSERVES SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE 2022.....	77
TABLEAU 11 - INVENTAIRE DES CHIROPTERES SUR LE SITE D'ALTAREA A ROUEN © ARP-ASTRANCE 2022.....	81
TABLEAU 12 - ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS SUR LE SITE, CAPTEE PAR L'ENREGISTREUR 1 PENDANT LA NUIT D'ENREGISTREMENT DU 30/05/2022 © ARP-ASTRANCE 2022 (011223)	82
TABLEAU 13 - ACTIVITE DES CHAUVES-SOURIS SUR LE SITE, CAPTEE PAR L'ENREGISTREUR 2 PENDANT LA NUIT D'ENREGISTREMENT DU 30/05/2022 © ARP-ASTRANCE 2022 (013781)	82
TABLEAU 14 - MAMMIFERES OBSERVES SUR LE SITE © ARP-ASTRANCE 2022	86
TABLEAU 15 - SYNTHÈSE DES IMPACTS TEMPORAIRES ET PERMANENTS, EN PHASE CHANTIER ET EN PHASE D'EXPLOITATION, DU PROJET SUR LA BIODIVERSITE, ARP-ASTRANCE 2022.....	99
TABLEAU 16 - DETAIL DES MESURES ERC SUR LE SITE A ROUEN © ARP-ASTRANCE 2022	101
TABLEAU 17 - SYNTHÈSE DES PERIODES FAVORABLES ET DEFAVORABLES AUX OPERATIONS DE DEFRIQUEMENT PAR GROUPE TAXONOMIQUE, ARP-ASTRANCE 2022	107
TABLEAU 18 - MOYEN DE LUTTE DES EEE AVANT LE CHANTIER © ARP-ASTRANCE 2022	111
TABLEAU 19 - EXEMPLE ESPECES VEGETALES LOCALES.....	113
TABLEAU 20 - ESSENCES D'ARBRES PRESENTANT LE PLUS COMMUNEMENT DES CAVITES.....	117

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 - INDICES DE RARETE UTILISES DANS LE CATALOGUE DE FLORE VASCULAIRE DU CBNBP.....	142
ANNEXE 2 - PRESENTATION DES CATEGORIES UICN UTILISEES	142
ANNEXE 3 - PRESENTATION DES CATEGORIES DE LA LISTE ROUGE DE HAUTE-NORMANDIE	143
ANNEXE 4 - CARACTERISTIQUES DES ARBRES A INTERET POUR LES CHIROPTERES ET LES OISEAUX CAVERNICOLES	143

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 tissu 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.

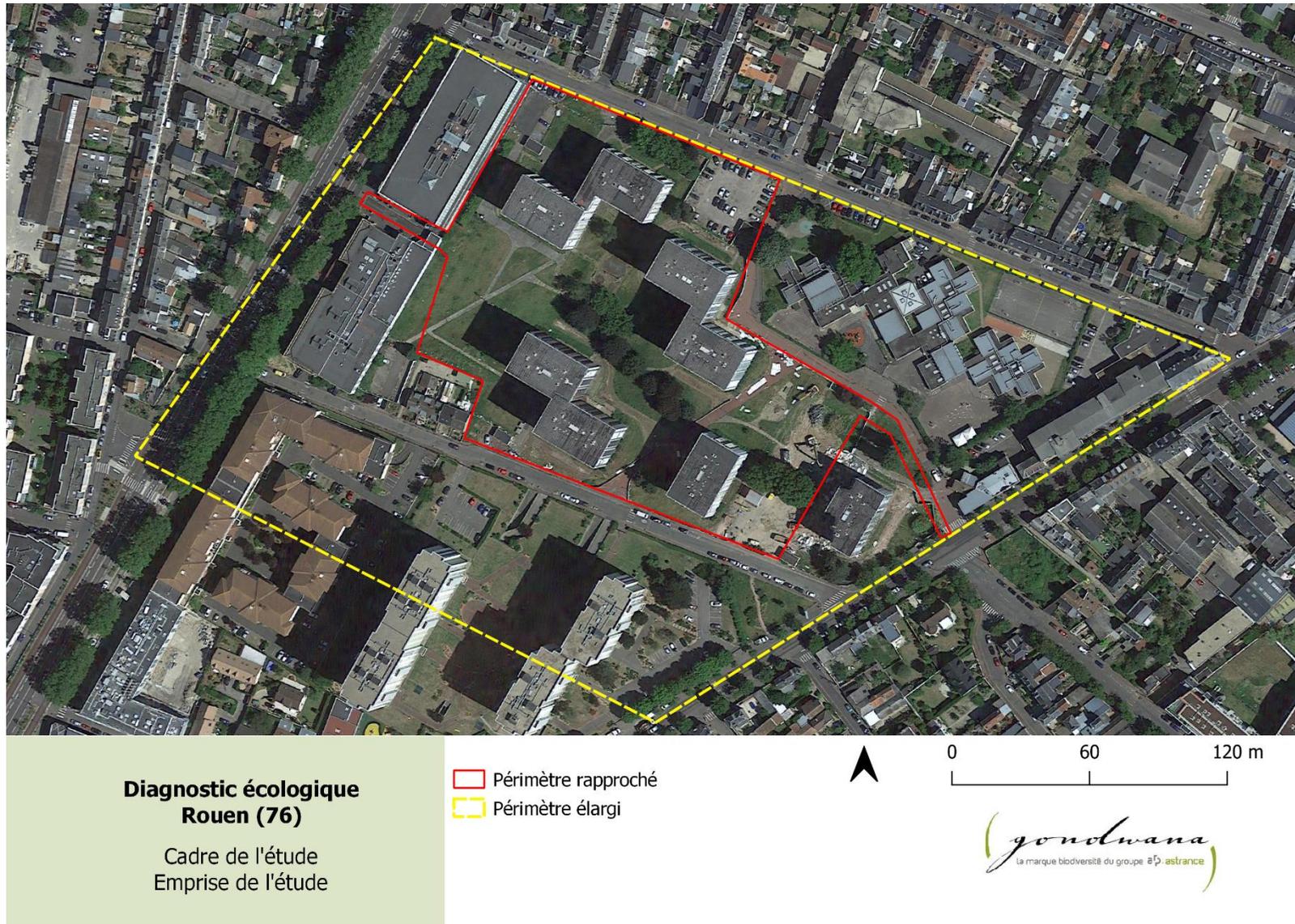


Figure 4 : Périmètre de prospections naturalistes © Géoportail

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 : <ul style="list-style-type: none"> - Habitats ; - Flore ; - Mammifères ; - Avifaune ; - Entomofaune ; - Herpétofaune. 	Maxime DUPONT
08.06.2021	Printemps	Passage printemps tardif : <ul style="list-style-type: none"> - Complément inventaire faune/flore. 	Gaëtan TREHIN
10.02.2022	Hiver	Diagnostic hivernal : <ul style="list-style-type: none"> - 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 : <ul style="list-style-type: none"> - Complément inventaire faune/flore. 	Amandine GALLOIS
30.05.2022 – 31.05.2022	Printemps	2 Passages printemps tardif : <ul style="list-style-type: none"> - 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).

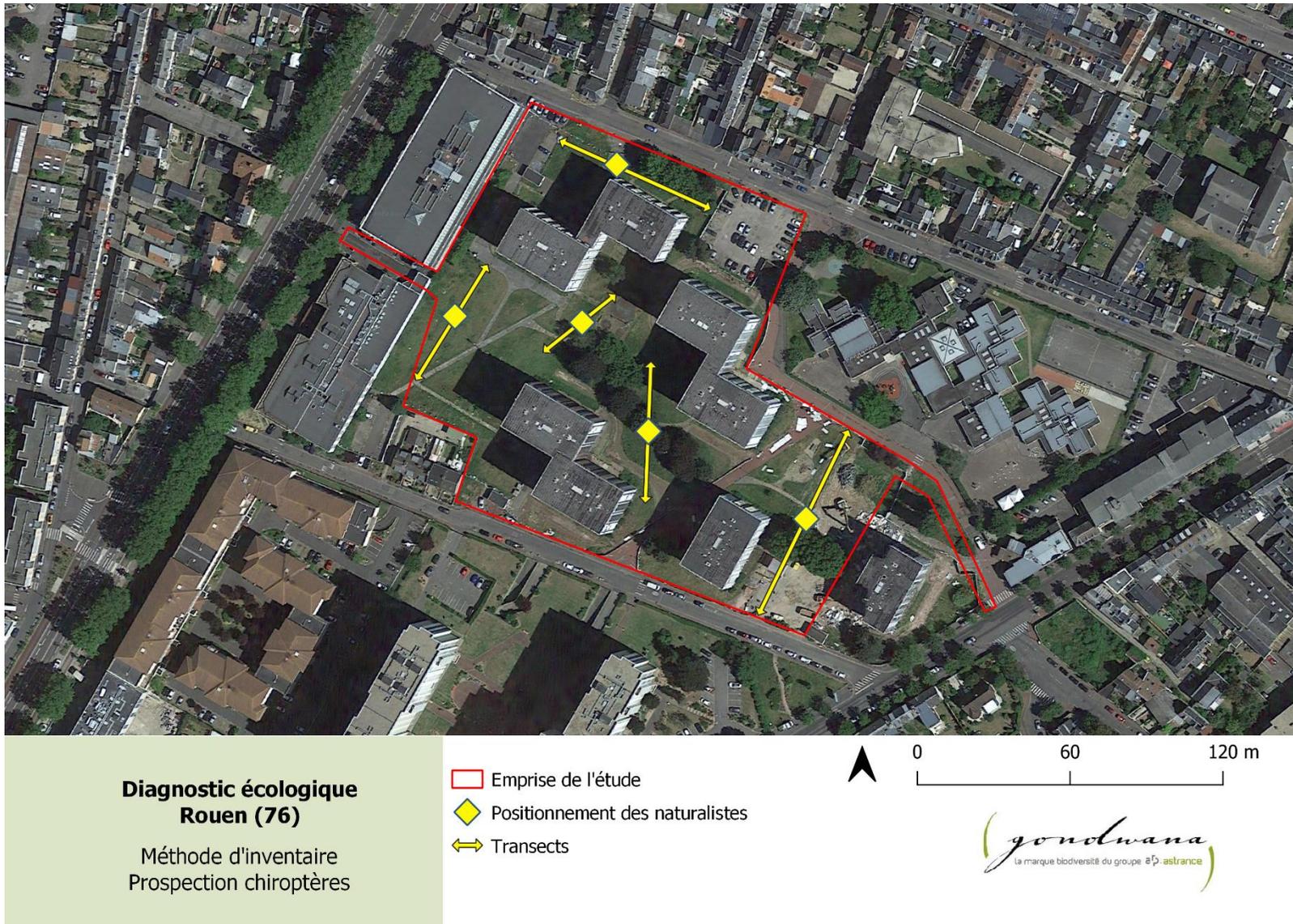


Figure 5 : Présentation des positionnements des naturalistes réalisés lors de l'inventaire diurne-nocturne © ARP-Astrance 2022

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) :

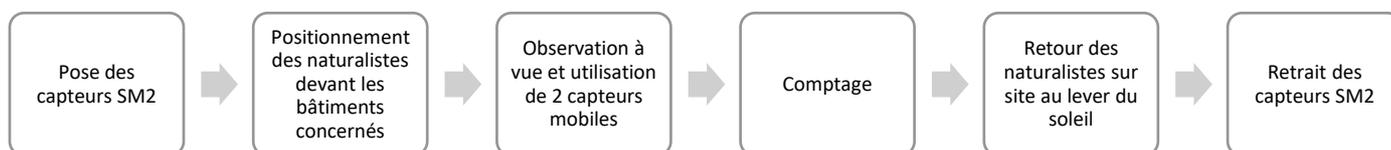


Figure 7 : Schéma récapitulatif du protocole Chiroptères © ARP-Astrance 2022

/// 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 Entomocénétiques 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 compte 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

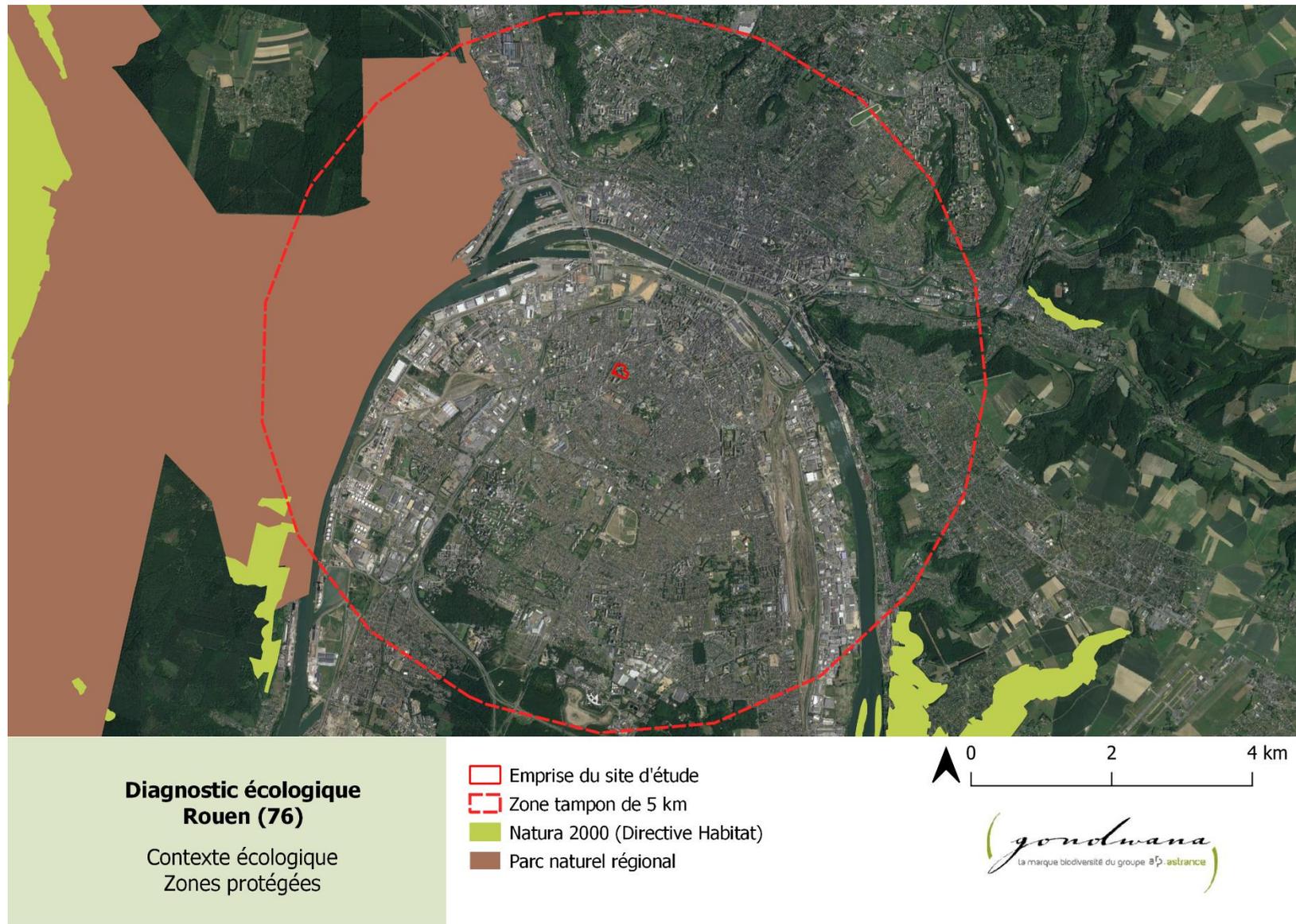


Figure 8 : Carte des zones réglementaires dans un rayon de 5 km autour du site à Rouen, © ARP-Astrance 2022

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 recensés 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

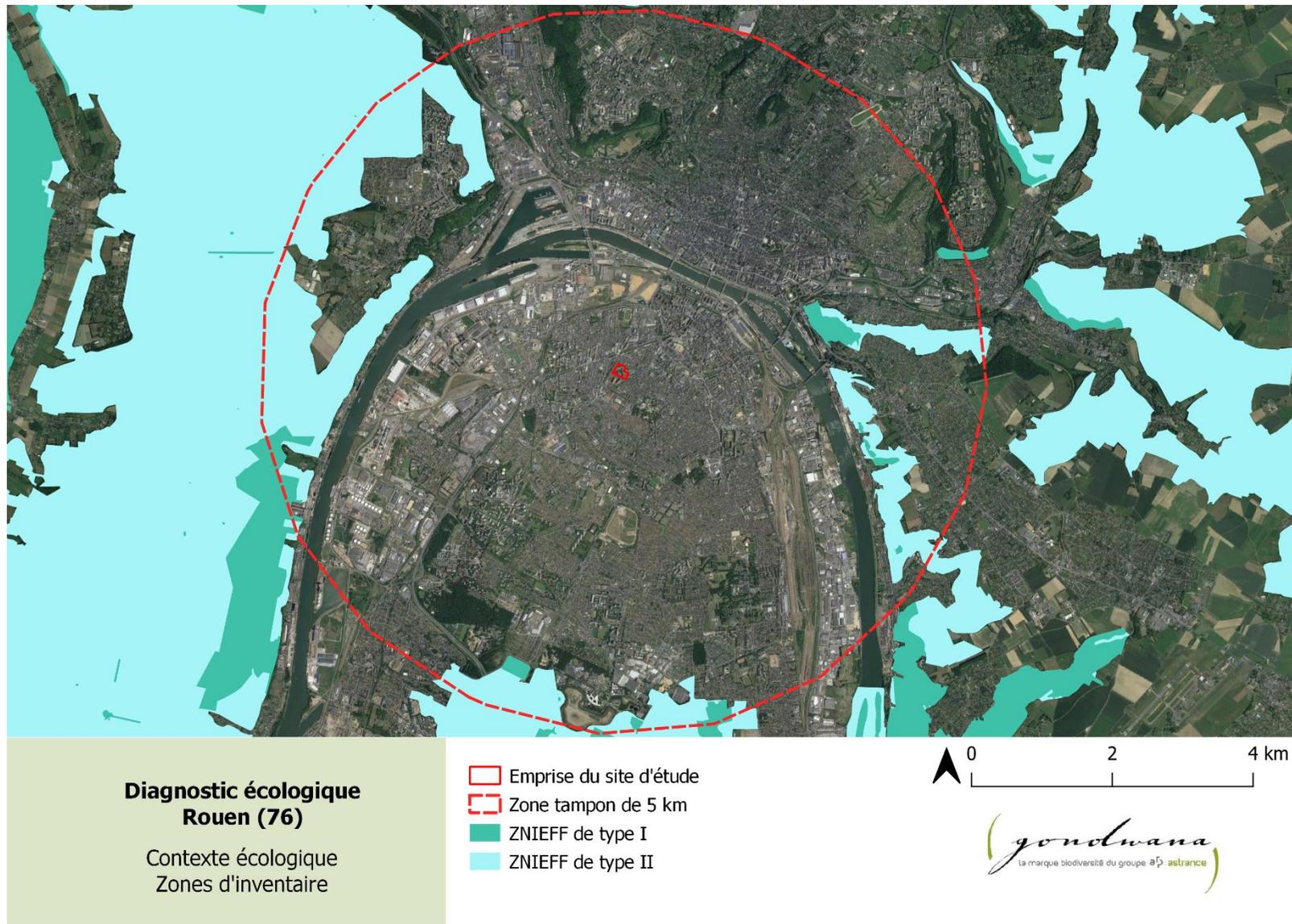


Figure 11 : Carte des zones d'inventaire dans un rayon de 5 km autour du site à Rouen © ARP-Astrance 2022

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 : *Ophrys 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'Ædipode 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 : Euphyasia 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'Euphyasia droite (*Euphyasia 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 : Aira 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, acidiclinales sur sols filtrants siliceux, ainsi que des végétations annuelles xériques acidiphiles sur sols sableux. Ces pelouses, abritant notamment l'Aira caryophyllée (*Aira caryophylla*) (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, acidiclinales 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'Hérouville et la forêt de Roumare :

La ZNIEFF de type II des Coteaux d'Hérouville 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. Tinguay

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

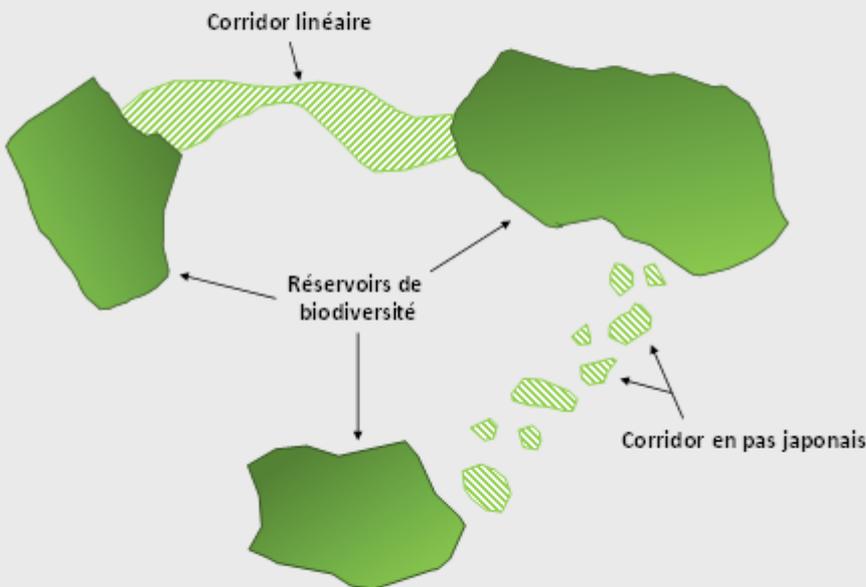
extensif de moutons. L'ensemble du site (habitats ouverts et boisés) présente une exceptionnelle biodiversité pour la région puisqu'un peu plus de 400 espèces végétales y ont été recensées (dont une trentaine, exceptionnelles à rares), ainsi qu'une centaine d'espèces de papillons comme le Grand mars 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.

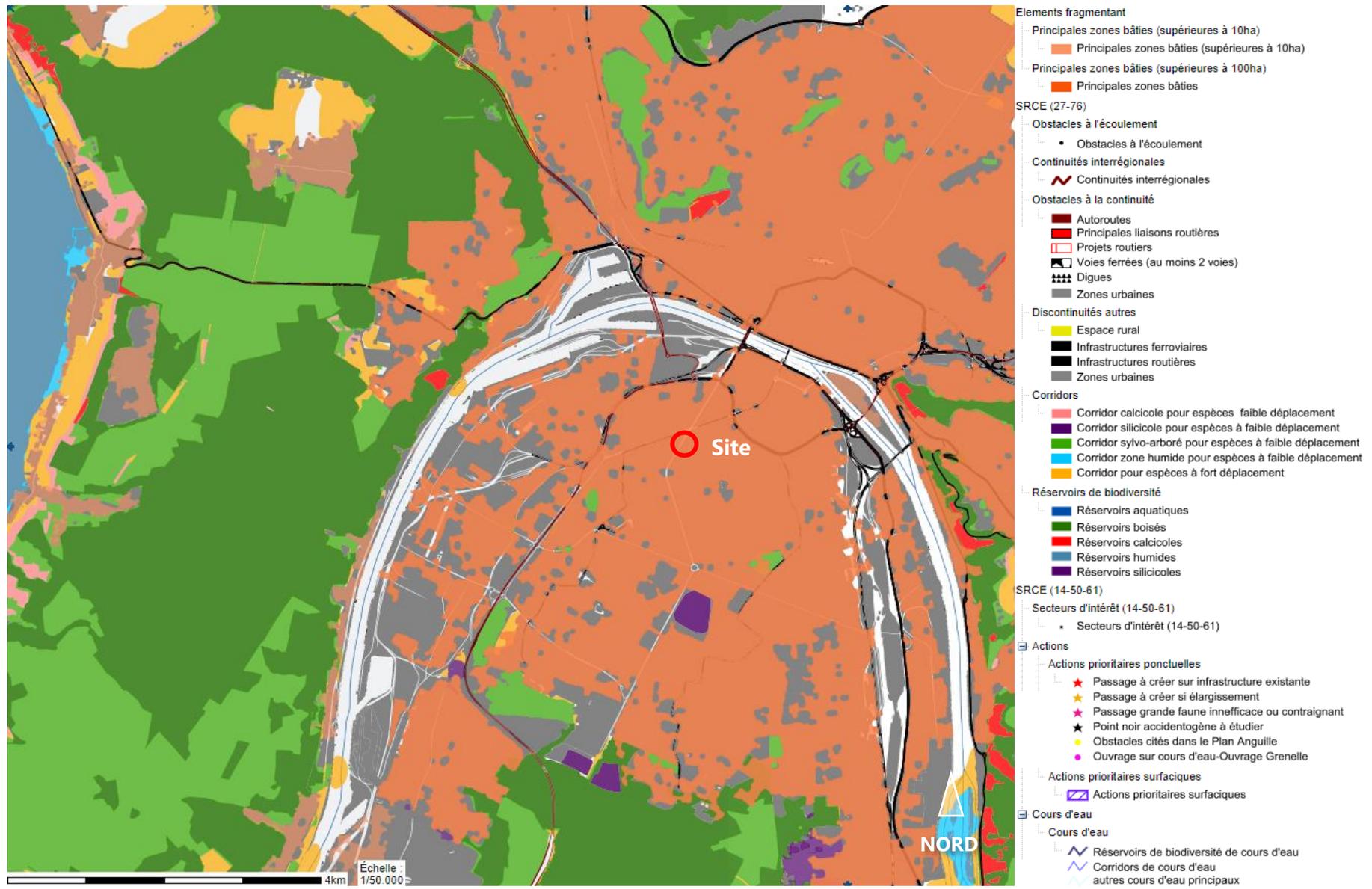


Figure 26 : Extrait de la carte du SRCE de Normandie, © SRCE Normandie

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.

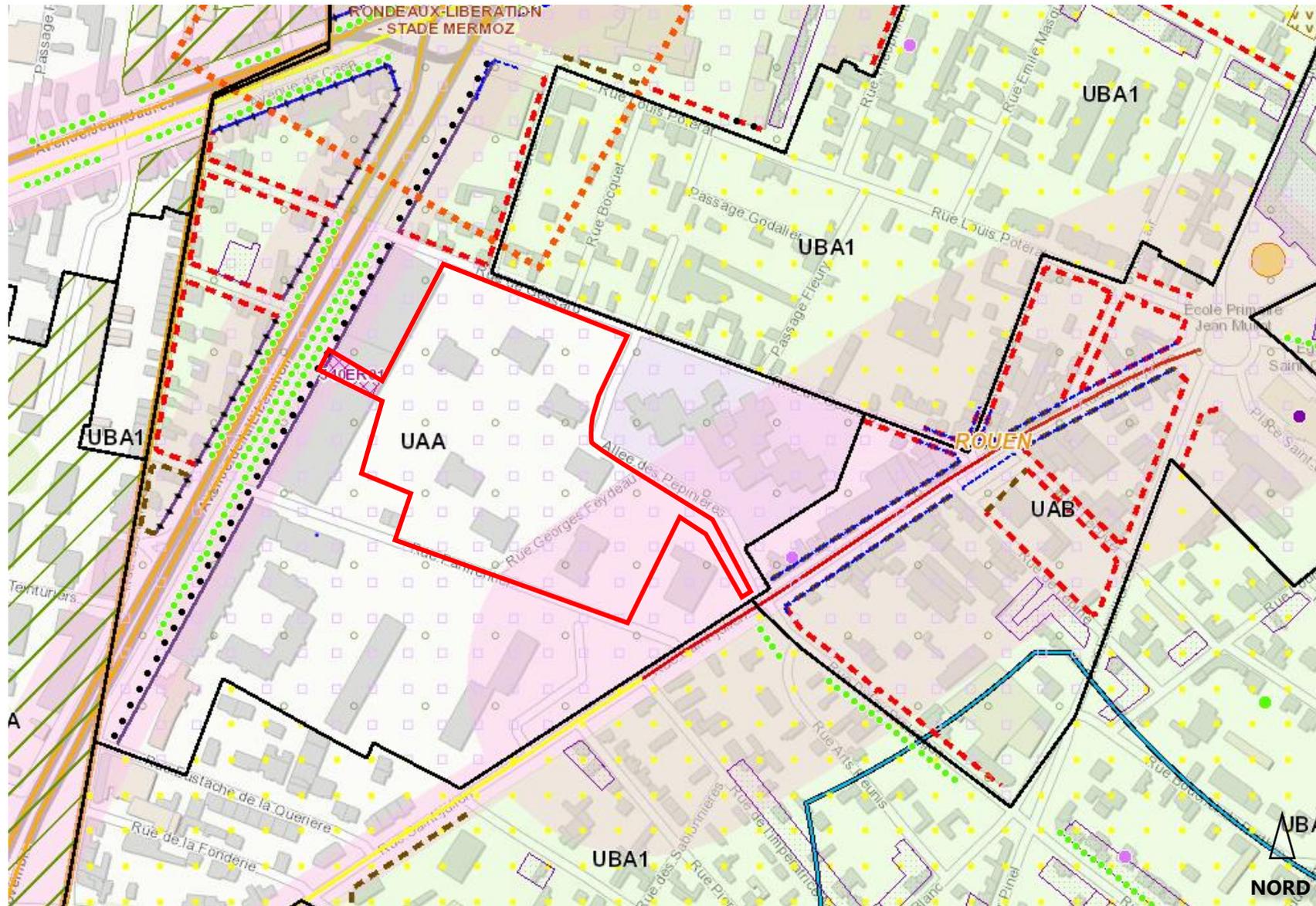


Figure 27 : Extrait du plan de zonage de la commune de Rouen du PLUi approuvé le 13 février 2020 © Métropole Rouen Normandie

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 apparaît 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.

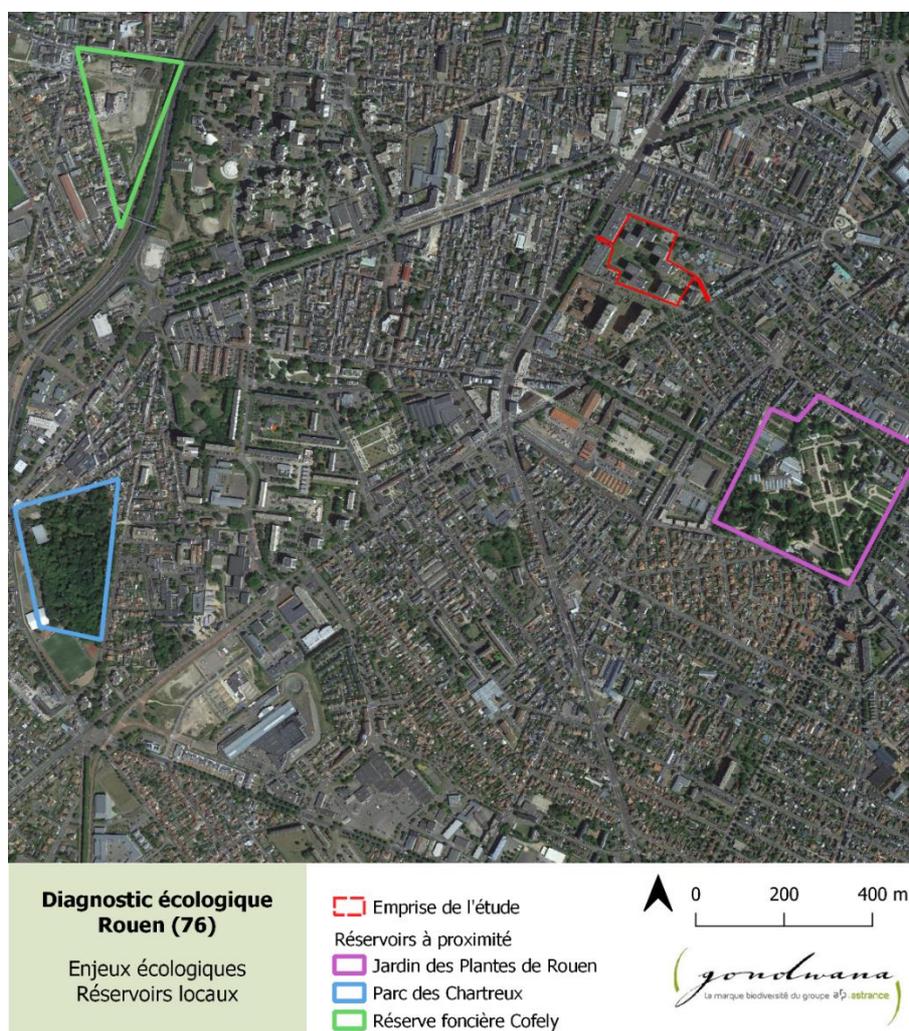


Figure 28 : Espaces verts arborés à proximité du site © ARP-Astrance 2022

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

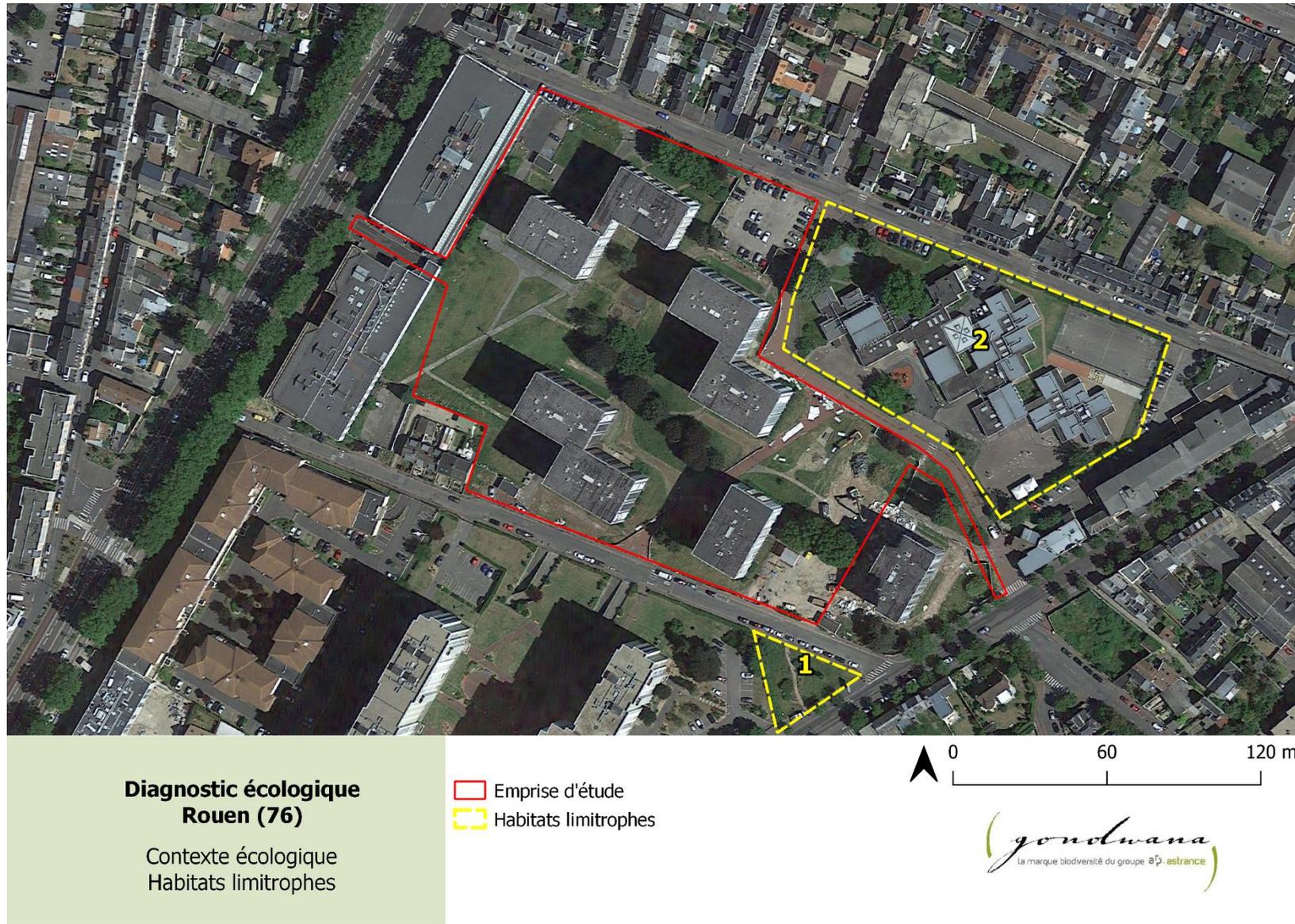


Figure 29 : Habitats limitrophes du site © ARP-Astrance 2022

/// 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
<i>Acer platanoides</i> L.	Érable plane	LC	LC
<i>Bellis perennis</i> L.	Pâquerette vivace	LC	LC
<i>Betula verrucosa</i>	Bouleau pleureur	NA	NA
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Aubépine à un style	LC	LC
<i>Clematis vitalba</i> L.	Clématite des haies	LC	LC
<i>Corylus avellana</i> L.	Noisetier commun	LC	LC
<i>Cotoneaster franchetii</i> Bois	Cotonéaster de Franchet	NA	NA

Nom scientifique	Nom vernaculaire	UICN nationale	UICN Normandie
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Dactyle aggloméré	LC	LC
<i>Euonymus japonicus</i>	Fusain du Japon	NA	NA
<i>Euphorbia lathyris</i> L.	Euphorbe épurge	NA	NA
<i>Galium aparine</i> L.	Gaillet gratteron	LC	LC
<i>Geranium molle</i> L.	Géranium mou	LC	LC
<i>Geranium robertianum</i> L.	Géranium herbe-à-Robert	LC	LC
<i>Hedera helix</i> L.	Lierre grimpant	LC	LC
<i>Lamium purpureum</i> L.	Lamier pourpre	LC	LC
<i>Ligustrum japonicum</i>	Troène du Japon	NA	NA
<i>Magnolia liliiflora</i> Desr.	Magnolia à fleurs de lis	NA	NA
<i>Matricaria recutita</i> L.	Matricaire camomille	LC	LC
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantain lancéolé	LC	LC
<i>Platanus xhispanica</i> Mill. ex Muenchh.	Platane à feuilles d'érable	NA	NA
<i>Pleioblastus fortunei</i>	Bambou nain à feuilles panachées	NA	NA
<i>Poa annua</i> L.	Pâturin annuel	LC	LC
<i>Quercus rubra</i> L.	Chêne rouge d'Amérique	NA	NA
<i>Ranunculus acris</i> L.	Renoncule âcre	LC	LC
<i>Rumex acetosa</i> L.	Oseille sauvage	LC	LC
<i>Sambucus racemosa</i>	Sureau à grappes	LC	VU
<i>Senecio jacobaea</i> L.	Séneçon de Jacob	LC	LC
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Séneçon commun	LC	LC
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Laiteron maraîcher	LC	LC
<i>Spiraea japonica</i>	Spirée du Japon	NA	NA
<i>Taraxacum</i> sp	Pissenlit	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	UICN nationale	UICN Normandie
<i>Tilia cordata</i> Mill.	Tilleul à petites feuilles	LC	LC
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Tilleul à grandes feuilles	LC	LC
<i>Trifolium repens</i> L.	Trèfle rampant	LC	LC
<i>Trifolium pratense</i> L.	Trèfle des prés	LC	LC
<i>Urtica dioica</i> L.	Grande ortie	LC	LC
<i>Veronica arvensis</i> L.	Véronique des champs	LC	LC
<i>Viburnum tinus</i>	Laurier tin	NA	NA
<i>Vicia sativa</i> 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).



- | | |
|--|--------------------------------------|
| Emprise d'étude | 84.2 Arbuste |
| 84.1 Arbre | 38.1 Prairie mésophile |
| 84.1 Alignement et groupement d'arbres | 86. Zone bâtie |
| 84.2 Haie persistante | 86. Voie de communication et parking |
| 84.2 Haie champêtre | 87.2 Zone rudérale |

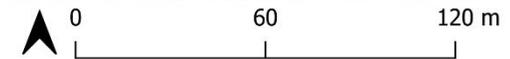


Figure 33 : Carte des habitats du site Les Pépinières à Rouen © ARP-Astrance 2022

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*) sont 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.

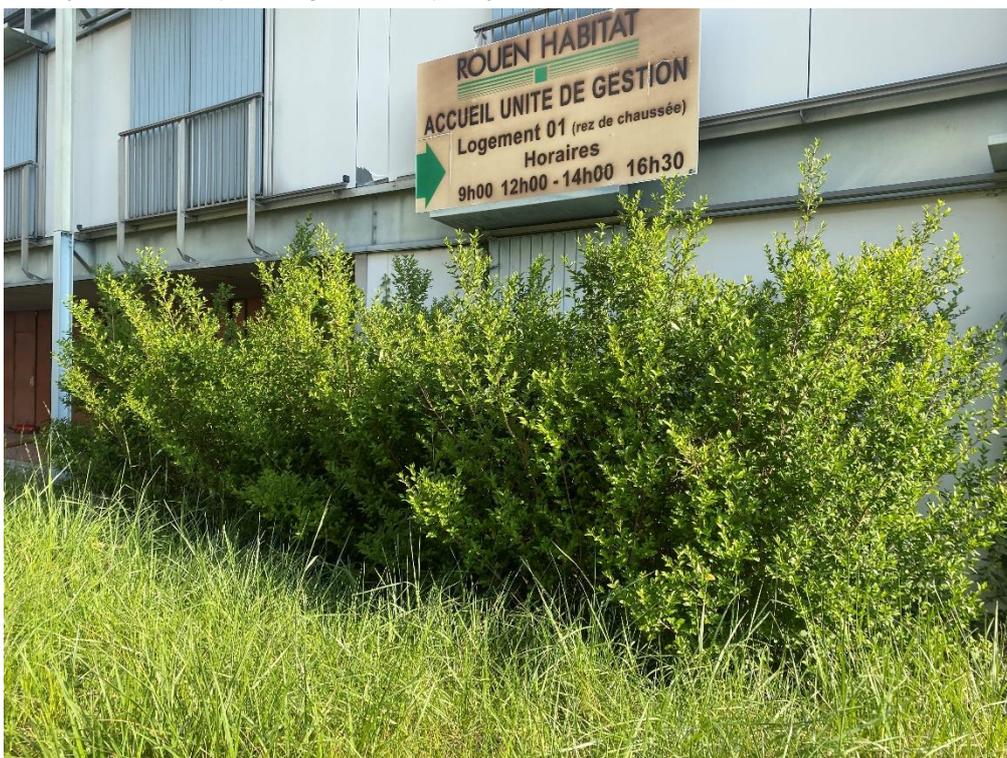


Figure 36 : Haie persistante au sud du site © ARP-Astrance avril 2022

/// 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

Les bâtiments sont encadrés par des habitats rapprochés des prairies mésophiles (CB : 38.1). À l'ouest du site, s'étend une surface de prairie plus ou moins continue d'une surface d'environ 3 500 m² traversée de cheminements piétons goudronnés.

Comme pour le reste des prairies du site, la strate herbacée y est composée d'une végétation dense et haute, principalement de graminées telles que le Dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*) et l'ivraie vivace (*Lolium perenne*). Les deux espèces d'orchidées (Ophrys abeille et Orchis pyramidale), ne présentant pas d'enjeu de conservation à l'échelle régionale ou nationale, ont également été observés sur cette zone.

Un niveau d'enjeu « Faible à moyen » a été associé à cet habitat favorable à l'entomofaune, notamment aux rhopalocères (papillons de jour) et orthoptères (criquets, grillons, sauterelles).



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 Sénéçon 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.

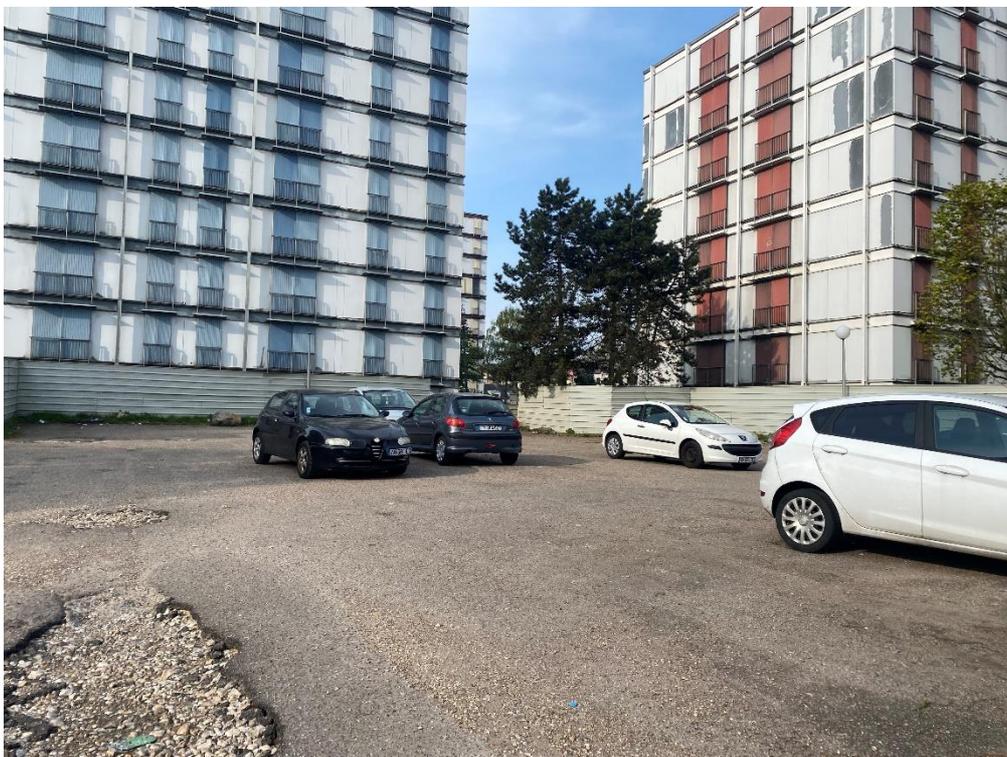


Figure 43 : Parking minéral localisé au nord-est du site © ARP-Astrance février 2022



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 Sénéçon 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
<i>Acer platanoides</i> L.	Érable plane	AC	LC	NA
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Érable sycomore	CC	LC	LC
<i>Achillea millefolium</i> L.	Achillée millefeuille	CC	LC	LC
<i>Agrostis capillaris</i> L.	Agrostide capillaire	CC	LC	LC
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Ailante glanduleux	AR	NA	NA
<i>Albizia</i> sp	Albizia sp	NA	NA	NA
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) L.C.M. Rich.	Orchis pyramidal	AC	LC	LC
<i>Anthriscus caucalis</i> M. Bieb.	Anthrisque des dunes	R	LC	NT
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Armoise commune	CC	LC	LC
<i>Bellis perennis</i> L.	Pâquerette vivace	CC	LC	LC
<i>Betula pendula</i> Roth	Bouleau verruqueux	CC	LC	LC
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Brome mou	CC	LC	LC
<i>Bromus sterilis</i> L.	Brome stérile	CC	LC	LC
<i>Buddleja davidii</i> Franch.	Buddleia de David	C	NA	NA
<i>Cardamine flexuosa</i> With.	Cardamine flexueuse	C	LC	LC
<i>Carpinus betulus</i> L.	Charme commun	CC	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
<i>Centaurea jacea</i> L. subsp. <i>nigra</i> (L.) Bonnier et Layens	Centaurée noire	AC?	LC	DD
<i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufr.	Centranthe chausse-trappe	NA	NA	NA
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	Céraiste aggloméré	CC	LC	LC
<i>Chelidonium majus</i> L.	Chélidoine	C	LC	LC
<i>Chenopodium album</i> L.	Chénopode blanc	CC	LC	LC
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Cirse des champs	CC	LC	LC
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	Cirse commun	CC	LC	LC
<i>Clematis vitalba</i> L.	Clématite des haies	CC	LC	LC
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Liseron des champs	CC	LC	LC
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	Vergerette du Canada	CC	NA	NA
<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	Fustet des teinturiers	#	LC	NA
<i>Cotoneaster franchetii</i> Bois	Cotonéaster de Franchet	E ?	NA	NA
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	Crépide capillaire	CC	LC	LC
<i>Cymbalaria muralis</i> P. Gaertn., B. Mey. et Scherb.	Cymbalaire des murs	C	NA	NA
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Dactyle aggloméré	CC	LC	LC
<i>Datura stramonium</i> L.	Stramoine commune	R	NA	NA
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Chiendent commun	CC	LC	LC
<i>Erysimum odoratum</i> Ehrh.	Vélar odorant	NA	LC	NA
<i>Fallopia japonica</i> (Houtt.) Ronse Decraene	Renouée du Japon	C	NA	NA
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Fétuque des prés	AC	LC	LC
<i>Galium aparine</i> L.	Gaillet gratteron	CC	LC	LC
<i>Geranium dissectum</i> L.	Géranium découpé	CC	LC	LC
<i>Geranium molle</i> L.	Géranium mou	CC	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
<i>Geranium robertianum</i> L.	Géranium herbe-à-Robert	CC	LC	LC
<i>Geum urbanum</i> L.	Benoîte commune	CC	LC	LC
<i>Glechoma hederacea</i> L.	Lierre terrestre	CC	LC	LC
<i>Hedera helix</i> L.	Lierre grimpant	CC	LC	LC
<i>Holcus lanatus</i> L.	Houlque laineuse	CC	LC	LC
<i>Hordeum vulgare</i> L.	Orge commune	C?	NA	NA
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Millepertuis perforé	CC	LC	LC
<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Porcelle enracinée	CC	LC	LC
<i>Laurus nobilis</i> L.	Laurier sauce	C	NA	NA
<i>Lactuca serriola</i> L.	Laitue scariole	C	LC	LC
<i>Leucaena leucocephala</i>	Faux mimosa	NA	NA	NA
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	Grande marguerite	CC	DD	LC
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Troène commun	CC	LC	LC
<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.	Troène de Californie	NA	NA	NA
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Linaire commune	CC	LC	LC
<i>Linum perenne</i>	Lin vivace	NA	NA	NA
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	Mahonia faux-houx	NA	NA	NA
<i>Malva sylvestris</i> L.	Mauve sauvage	C	LC	LC
<i>Matricaria recutita</i> L.	Matricaire camomille	CC	LC	LC
<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds.	Luzerne tachée	AC	LC	LC
<i>Medicago lupulina</i> L.	Luzerne lupuline	CC	LC	LC
<i>Medicago sativa</i> L.	Luzerne cultivée	AC	LC	NA
<i>Melilotus officinalis</i> Lam.	Mélilot officinal	PC	LC	LC
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.	Menthe à feuilles rondes	AC	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
<i>Mercurialis annua</i> L.	Mercuriale annuelle	C	LC	LC
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Myosotis des champs	CC	LC	LC
<i>Myosotis ramosissima</i> Rochel ex Schult.	Myosotis rameux	PC	LC	LC
<i>Nigella damascena</i> L.	Nigelle de Damas	R	LC	NA
<i>Ophrys apifera</i> Huds.	Ophrys abeille	AC	LC	LC
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Grand coquelicot	CC	LC	LC
<i>Pastinaca sativa</i> L.	Panais cultivé	AC	LC	LC
<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud.	Paulownia	NA	NA	NA
<i>Picris hieracioides</i> L.	Picride fausse-épervière	C	LC	LC
<i>Pinus nigra</i> Arnold	Pin noir	NA	LC	NA
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantain lancéolé	CC	LC	LC
<i>Plantago major</i> L.	Plantain à larges feuilles	CC	LC	LC
<i>Platanus xhispanica</i> Mill. ex Muenchh.	Platane à feuilles d'érable	#	NA	NA
<i>Poa annua</i> L.	Pâturin annuel	CC	LC	LC
<i>Populus nigra</i> L.	Peuplier noir	AC?	LC	LC
<i>Potentilla reptans</i> L.	Potentille rampante	CC	LC	LC
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Brunelle commune	CC	LC	LC
<i>Prunus laurocerasus</i> L.	Laurier cerise	.	NA	NA
<i>Ranunculus acris</i> L.	Renoncule âcre	CC	LC	LC
<i>Reseda lutea</i> L.	Réséda jaune	AC	LC	LC
<i>Rosa canina</i> L.	Rosier des chiens	?	LC	DD
<i>Rubus fruticosus</i> L.	Ronce frutescente	#	LC	LC
<i>Rumex acetosa</i> L.	Oseille sauvage	CC	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Patience à feuilles obtuses	CC	LC	LC
<i>Salix caprea</i> L.	Saule marsault	CC	LC	LC
<i>Sambucus ebulus</i> L.	Sureau yèble	PC	LC	LC
<i>Sambucus nigra</i> L.	Sureau noir	CC	LC	LC
<i>Senecio inaequidens</i> DC.	Séneçon du Cap	PC	NA	NA
<i>Senecio jacobaea</i> L.	Séneçon de Jacob	CC	LC	LC
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Séneçon commun	CC	LC	LC
<i>Sequoiadendron giganteum</i>	Séquoia géant	NA	NA	NA
<i>Silene latifolia</i> Poiret	Compagnon blanc	CC	LC	LC
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Moutarde des champs	CC	LC	LC
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	Sisymbre officinal	CC	LC	LC
<i>Solanum dulcamara</i> L.	Morelle douce-amère	CC	LC	LC
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Laiteron rude	CC	LC	LC
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Laiteron maraîcher	CC	LC	LC
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	Alouchier	#	NA	NA
<i>Spiraea arguta</i>	Spirée blanche	NA	NA	NA
<i>Taraxacum</i> sp	Pissenlit	CC	LC	LC
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	Torilis des champs	AR	LC	LC
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn.	Torilis noueux	R	LC	NT
<i>Trifolium pratense</i> L.	Trèfle des prés	CC	LC	LC
<i>Trifolium repens</i> L.	Trèfle rampant	CC	LC	LC
<i>Urtica dioica</i> L.	Grande ortie	CC	LC	LC
<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.	Mâche potagère	AC	LC	LC
<i>Verbascum thapsus</i> L.	Molène bouillon-blanc	C	LC	LC

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Rar. Normandie	UICN nationale	UICN Normandie
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Véronique petit-chêne	CC	LC	LC
<i>Veronica persica</i> Poir.	Véronique de Perse	NA	NA	NA
<i>Vicia sativa</i> 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 présentant des indices de rareté en Normandie ont été relevées (Figure 47) :

- Assez rare (AR) : Torilis des champs (*Torilis arvensis*) ;
- Rare (R) : Anthrisque des dunes (*Anthriscus caucalis*), La Stramoine commune (*Datura stramonium*), rare en Normandie, Nigelle de Damas (*Nigella damascena*), Torilis noueux (*Torilis nodosa*).

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. **Le projet conduit à la destruction inévitable des stations de ces espèces.**



Figure 47 : de droite à gauche, Stramoine commune © INPN, Nigelle de Damas © ARP-Astrance 2021, Torilis noueux © INPN et Anthriscus des dunes © ARP-Astrance 2022

Deux espèces figurent sur la Liste rouge régionale de la flore menacée de Normandie :

- « Quasi menacé » (NT) : *Torilis noueux* (*Torilis nodosa*), Anthrisque des dunes (*Anthriscus caucalis*).

Le *Torilis noueux* est une espèce annuelle qui se développe dans les milieux secs et incultes dans toute la France. En Normandie, elle fréquente les falaises littorales de la pointe du pays de Caux notamment. L'espèce était autrefois assez commune sur les pieds de murs et les coteaux secs de Seine-Maritime et peu commune dans l'Eure et est aujourd'hui principalement dans les vallées de la Seine et de l'Eure (source : CBNbl). En milieu urbain, elle est souvent observée dans les milieux enrichis eutrophes.

L'Anthrisque des dunes est une espèce des pelouses basophiles comme les systèmes dunaires. L'Anthrisque des dunes est indiquée comme étant commune au XIXe siècle dans l'Eure, assez commune en Seine-Maritime. De nos jours, l'espèce n'est régulièrement présente que dans les vallées du sud-est de la région : vallée de la Seine en amont de Rouen, vallées de l'Eure, de l'Avre et de l'Epte. C'est une espèce annuelle commune en France qui est retrouvée dans les milieux nitrophiles anthropisés et les sites rudéraux (dégradés par les activités humaines) comme les terrains cultivés, les potagers, les accotements routiers ou le long des voies ferrées (source : CBNbl).

Les indices de rareté et de menace associés à ces deux espèces répondent à leur diminution dans leurs milieux naturels d'origine. Ainsi, le site ne revêt pas un rôle essentiel dans la conservation de ces espèces à l'échelle régionale. **Le projet conduit à la destruction inévitable des stations de ces espèces.**

Deux espèces d'Orchidées sont présentes sur la prairie mésophile à l'ouest du site :

- Ophrys abeille (*Ophrys apifera*) ;
- Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*).

Elles 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 : *Orphrys 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 *Orphrys 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.

L'*Orphrys abeille* (Assez commune (AC) et non menacée) est relativement répandu mais les stations observées en dehors des pelouses calcicoles, qui concernent une bonne partie des observations régionales, sont inconstantes et liées à la nature pionnière de la plante. L'espèce est présente sur les pelouses et ourlets calcicoles, prairies, parfois friches et gazons urbains. L'*Orchis pyramidal* est largement distribué en région Normandie. L'espèce fréquente les pelouses calcicoles, ainsi que les accotements routiers (talus), et parfois les friches.

Sur les 12 400 données d'Orchidées sauvages récoltées en 2021 par l'Association SFO-Normandie, l'*Orchis pyramidale* et l'*Orphrys abeille* sont les deux espèces les plus observées avec respectivement 15,3 % et 14,2 % des données (<https://sfo-normandie.com/cartographie/>), témoignant de la large présence de l'espèce à l'échelle régionale.

Bien que ces observations soient intéressantes en milieux urbains, le projet ne menace pas la conservation de ces espèces à l'échelle régionale. **Le projet conduit à la destruction inévitable des stations de ces espèces.** Une gestion favorable des espaces verts pourra permettre, à terme, le retour de ces espèces sur le site.



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) :

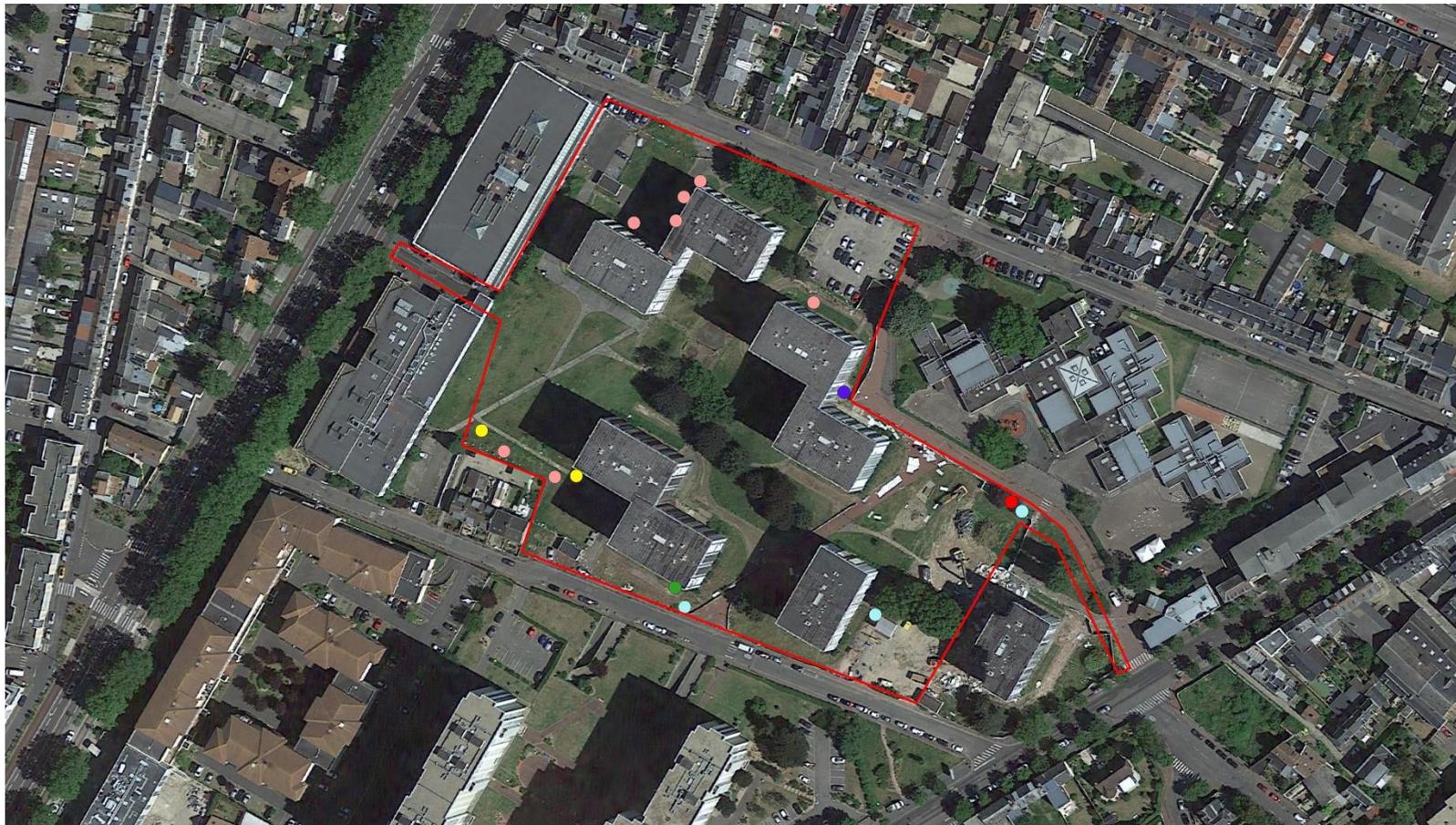
- L'Ailante glutineux (*Ailanthus altissima*) ;
- La Renouée du Japon (*Fallopia japonica*) ;
- Le Buddleia du père David (*Buddleja davidii*) ;
- La Vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*) ;
- Le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*) ;
- Le Paulownia (*Paulownia tomentosa*) ;
- Le Mahonia faux-houx (*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.



**Diagnostic écologique
Rouen (76)**

Etat initial écologique
Espèces invasives

- Emprise d'étude
- Espèces invasives
- Buddleja davidii
- Fallopia japonica

- Paulownia tomentosa
- Ailanthus altissima
- Mahonia aquifolium
- Prunus laurocerasus

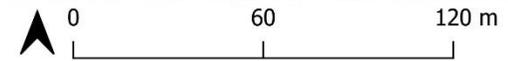


Figure 51 : Localisation des espèces invasives sur le site © ARP-Astrance 2022

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-menacées** à l'échelle de la Normandie : le Faucon crécerelle et la Mésange huppée.

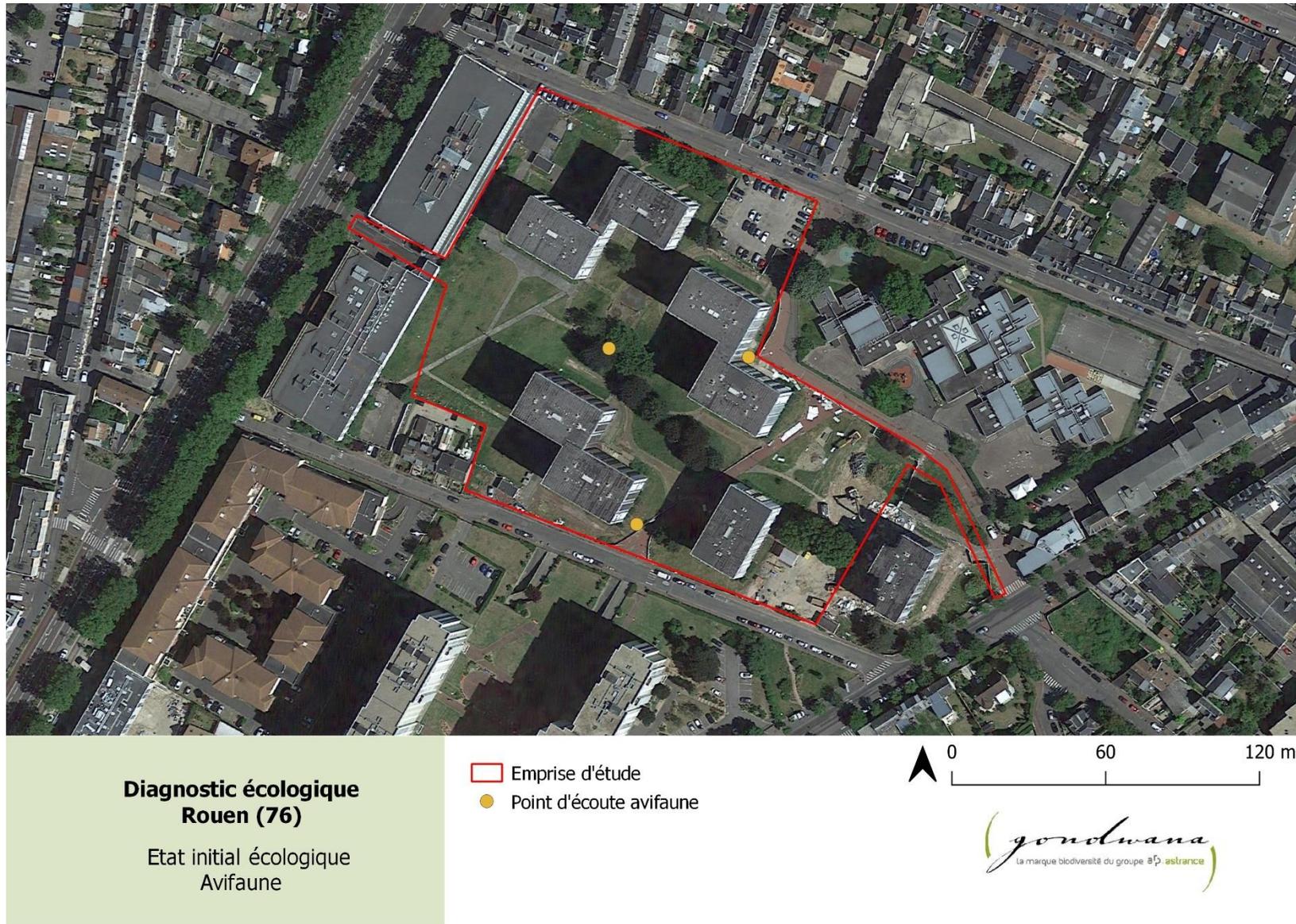


Figure 52 : Localisation des points d'écoute de l'avifaune sur le site de Rouen © ARP-Astrance 2022

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 aperçus 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.

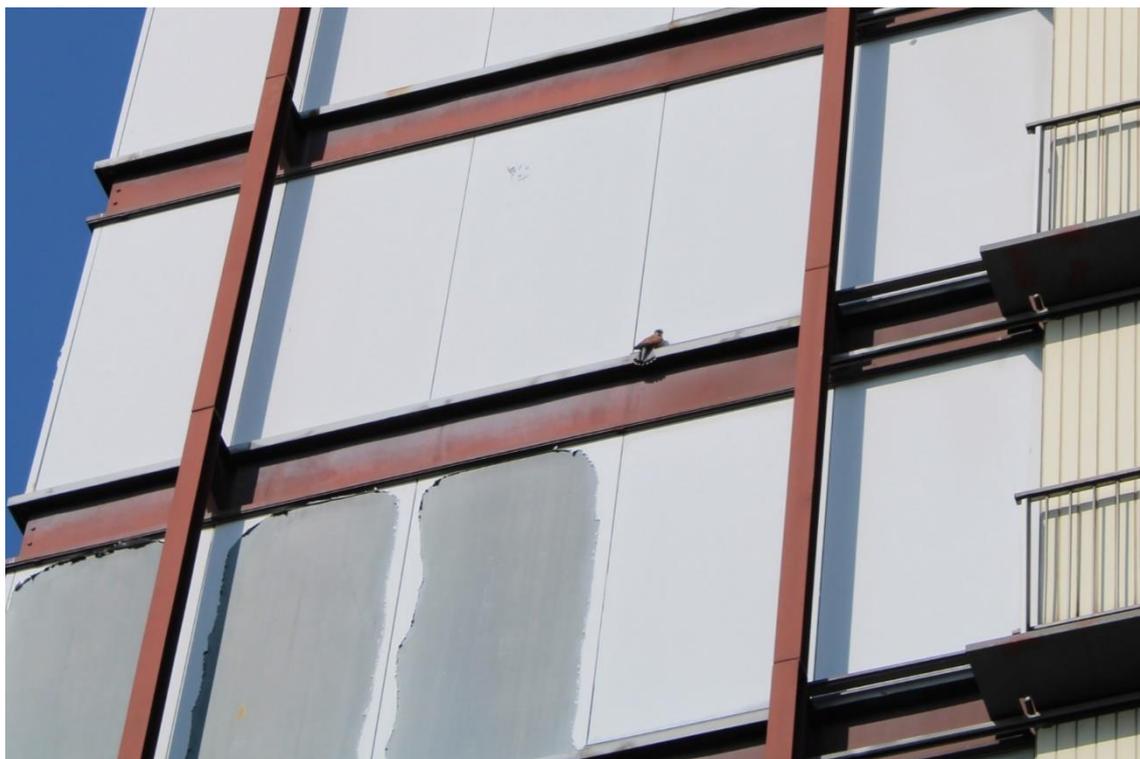


Figure 54 : Faucon crécerelle sur une corniche du site © ARP-Astrance septembre 2020

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	<i>Corvus corone</i>		LC	S	Nicheur probable
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>		LC	S	Nicheur probable
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	X	NT	NT	Site d'alimentation
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	X	LC	S	Nicheur possible
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	X	NT	NA	Nicheur possible
Grimpereau des jardins	<i>Certhia brachydactyla</i>	X	LC	S	Nicheur possible
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	X	NT	S	En survol
Merle noir	<i>Turdus merula</i>		LC	S	Nicheur probable
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	X	LC	S	Nicheur avéré
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	X	LC	S	Nicheur probable
Mésange huppée	<i>Lophophanes cristatus</i>	X	LC	NT	Nicheur avéré
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	X	LC	S	Nicheur avéré
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	X	NT	NE	En survol
Perruche à collier	<i>Psittacula krameri</i>		NA	NA	En survol
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>		LC	LC	Nicheur probable
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>		LC	S	Nicheur avéré
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>		LC	LC	Nicheur avéré
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	X	LC	S	Nicheur probable
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	X	LC	S	Nicheur à proximité
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	X	LC	S	Nicheur avéré
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>		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	<i>Polyommatus icarus</i>	LC	LC
Ariane	<i>Lasiommata maera</i>	LC	LC
Mégère	<i>Lasiommata megera</i>	LC	LC
Piéride du Chou	<i>Pieris brassicae</i>	LC	LC
Tircis	<i>Pararge aegeria</i>	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	<i>Coccinella septempunctata</i>
	Gendarme	<i>Pyrrhocoris apterus</i>
Hyménoptères	Bourdon terrestre	<i>Bombus terrestris</i>
Orthoptères	Criquet mélodieux	<i>Gomphocerippus biguttulus biguttulus</i>

Chiroptères

4.3.1.1 Inventaires hivernaux

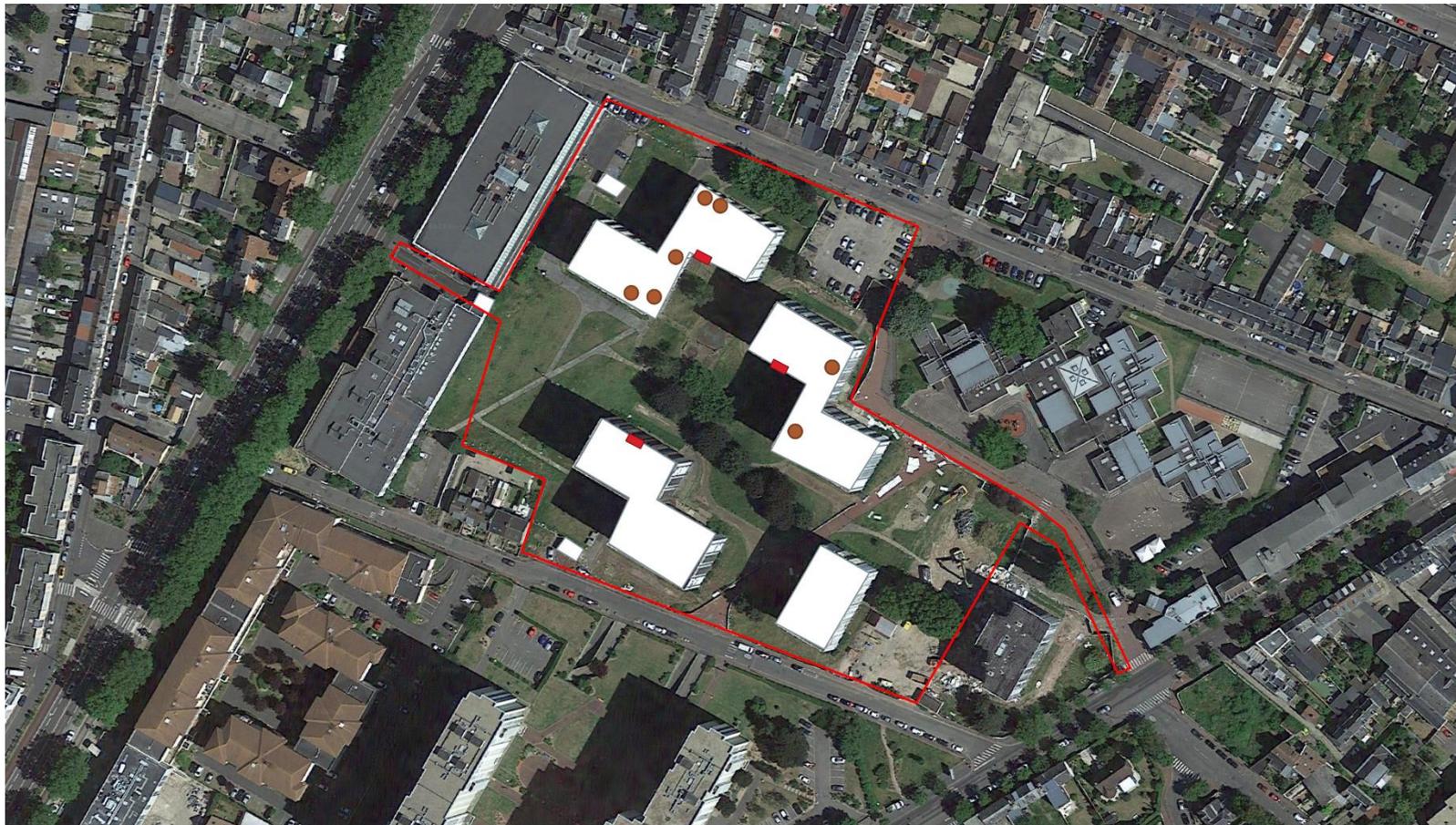
Les premiers inventaires ont permis d'identifier les zones propices d'hibernation/de gîtes d'estivage potentiels ou favorables. Ainsi, lors de la visite du 10 février 2022, il a été constaté sur l'ensemble du patrimoine bâti du site **des ouvertures et des « fenêtres brisées » permettant l'accès des 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



**Diagnostic écologique
Rouen (76)**

Etat initial écologique
Chiroptères

-  Emprise d'étude
-  86. Zone bâtie
- Ouvertures ou fenêtres brisées
-  Fenêtre brisée
-  Ouverture

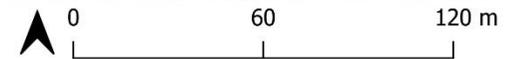


Figure 58 : Localisation des ouvertures et fenêtres brisées sur le bâti © ARP-Astrance 2022

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 cours 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 toute 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 métropolitaine (2017)	Liste rouge des chauves-souris Normandie (2017)
Murin sp.	<i>Myotis sp.</i>	X	.	.	.	.	.	.
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	X	IV	III	II	X	NT	NT
Pipistrelle du groupe Kuhl/Nathusius	<i>Pipistrellus sp.</i>	X	.	.	.	.	.	.
Pipistrelle de Kuhl	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	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 gîte à proximité. Cependant, le lieu de gîte ne semble pas contigu au SM2BAT+ étant donné l'activité restreinte autour du lever du soleil.

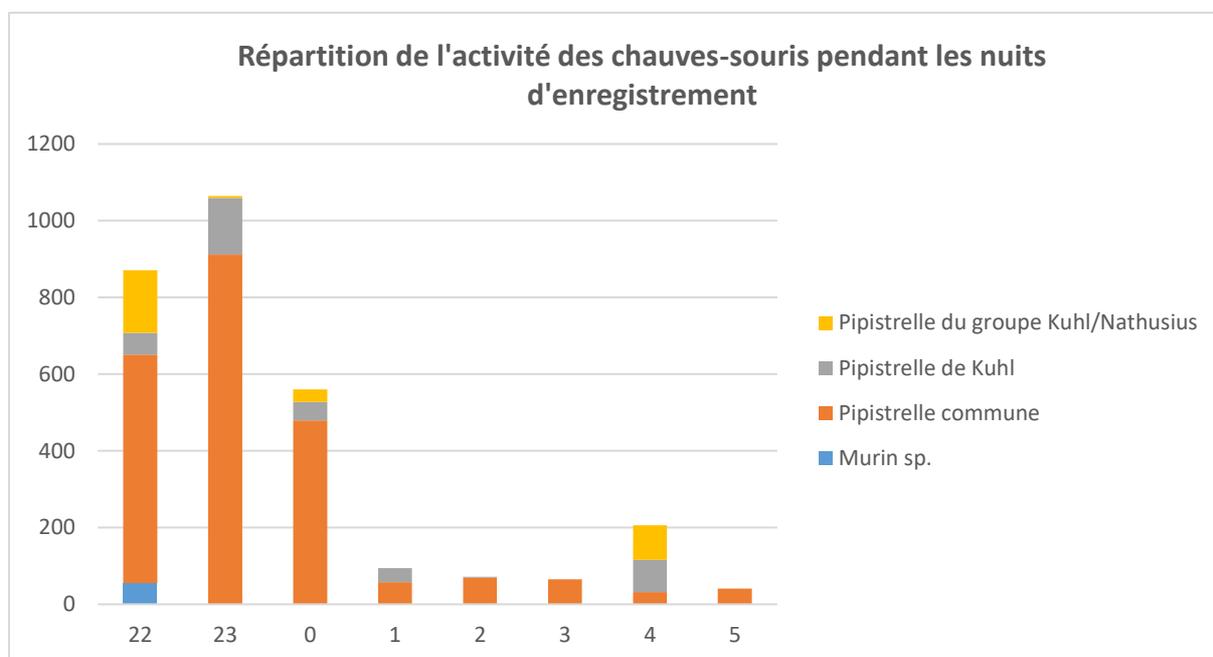


Figure 59 : Graphique de l'activité des chauves-souris captée par l'enregistreur 1 par heure © ARP-Astrance 2022

Le deuxième enregistreur par contre semble situé à proximité d'un gîte. 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.

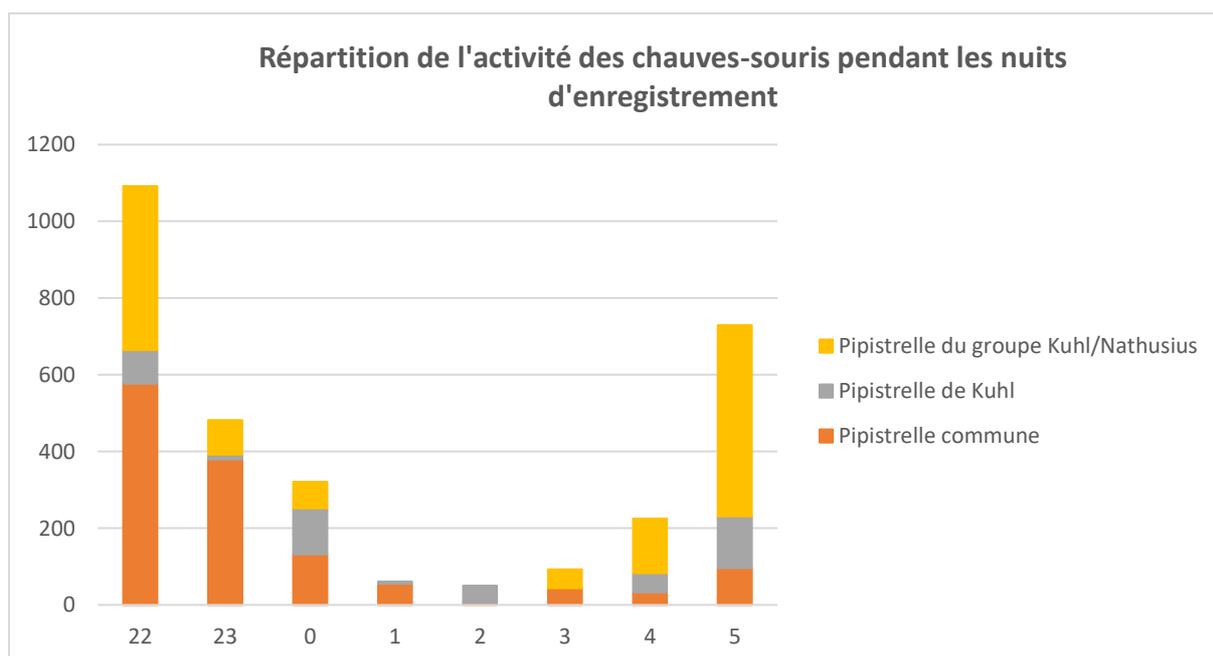


Figure 60 : Graphique de l'activité des chauves-souris captée par l'enregistreur 2 par heure © ARP-Astrance 2022

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 postés 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).

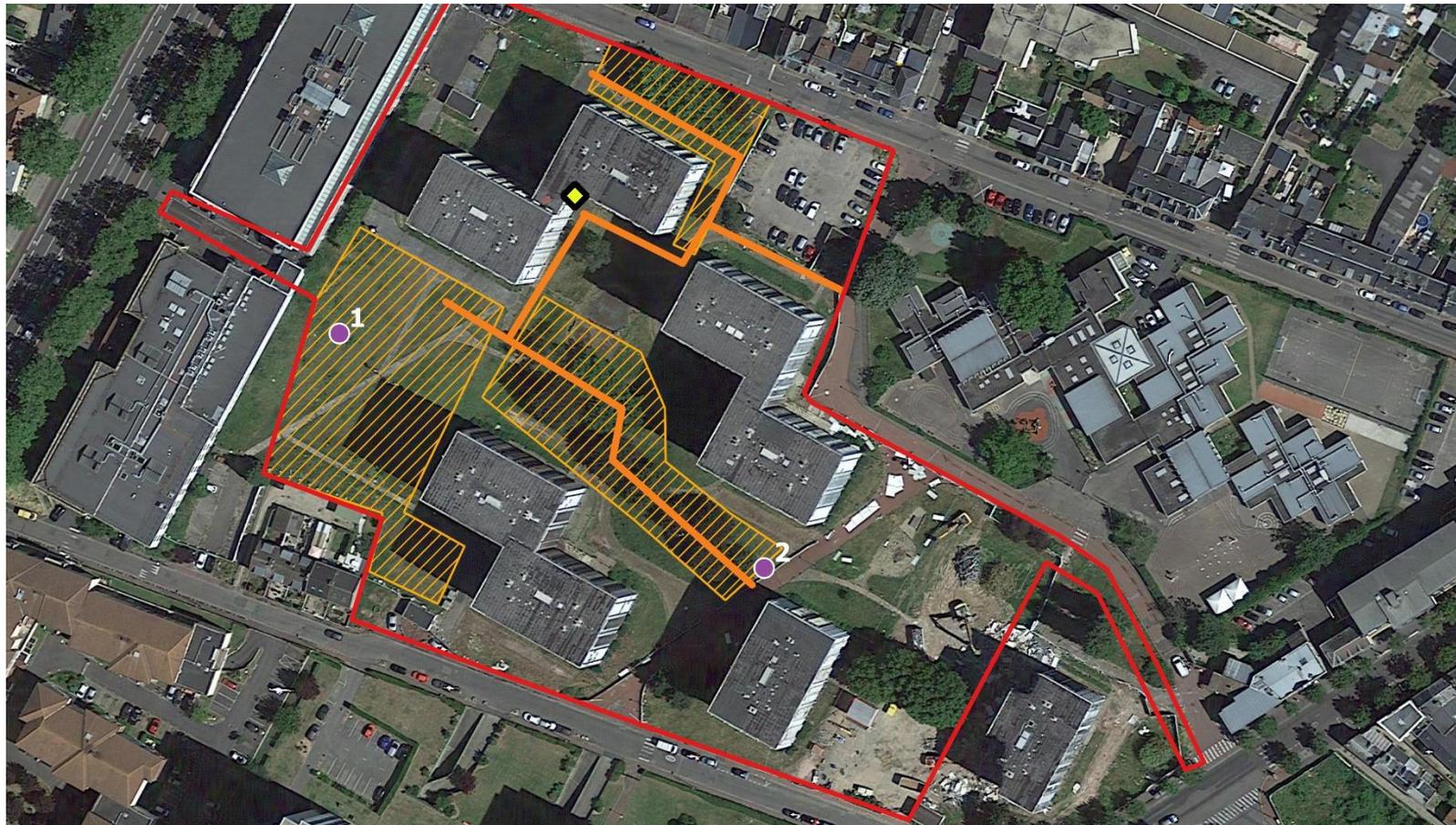
En termes de moyen matériel, deux batbox mobiles ont été utilisées par les naturalistes permettant ainsi de vérifier la présence d'individus (capteurs à ultrason mobiles). En complément, des inspections visuelles et des batbox mobiles, deux capteurs à ultrasons fixes (SM2) ont été posés à proximité immédiate 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.



**Diagnostic écologique
Rouen (76)**

Cartographie des zones à
enjeux pour les chiroptères

-  Zone d'étude
-  Gîte de parturition de Pipistrelle commune
-  Zones de chasse
-  Corridors de transits
-  Enregistreurs automatiques fixes

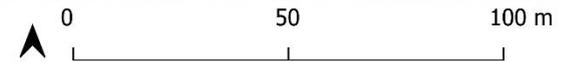


Figure 61 : Cartographie des zones à enjeux pour les chiroptères © ARP-Astrance 2022

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	<i>Felis silvestris catus</i>		NE	NE
Hérisson d'Europe	<i>Erinaceus europaeus</i>	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.

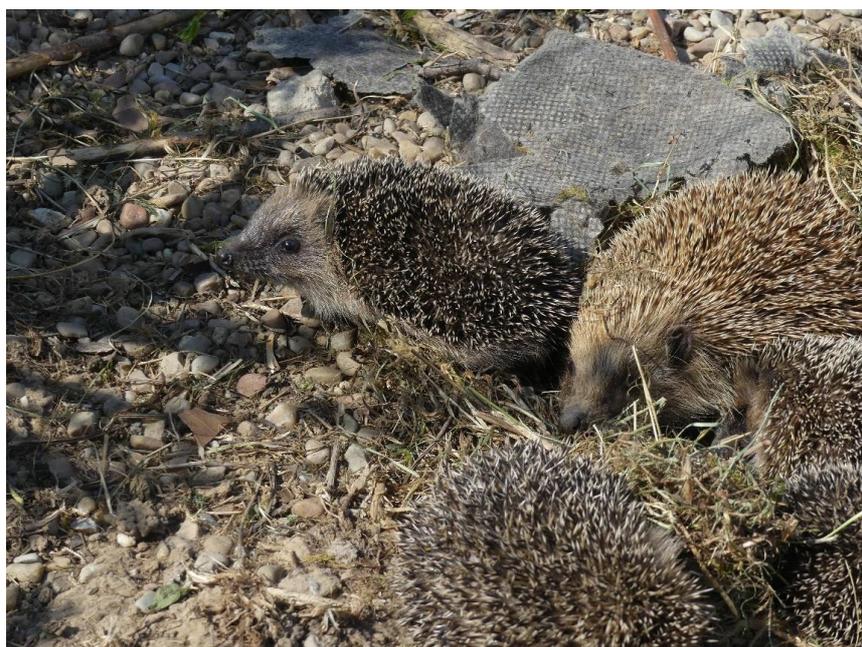


Figure 62 : Portée de Hérisson d'Europe sur le site © ARP-Astrance juin 2021



Figure 63 : Tas de bois mort sur le site © ARP-Astrance septembre 2020

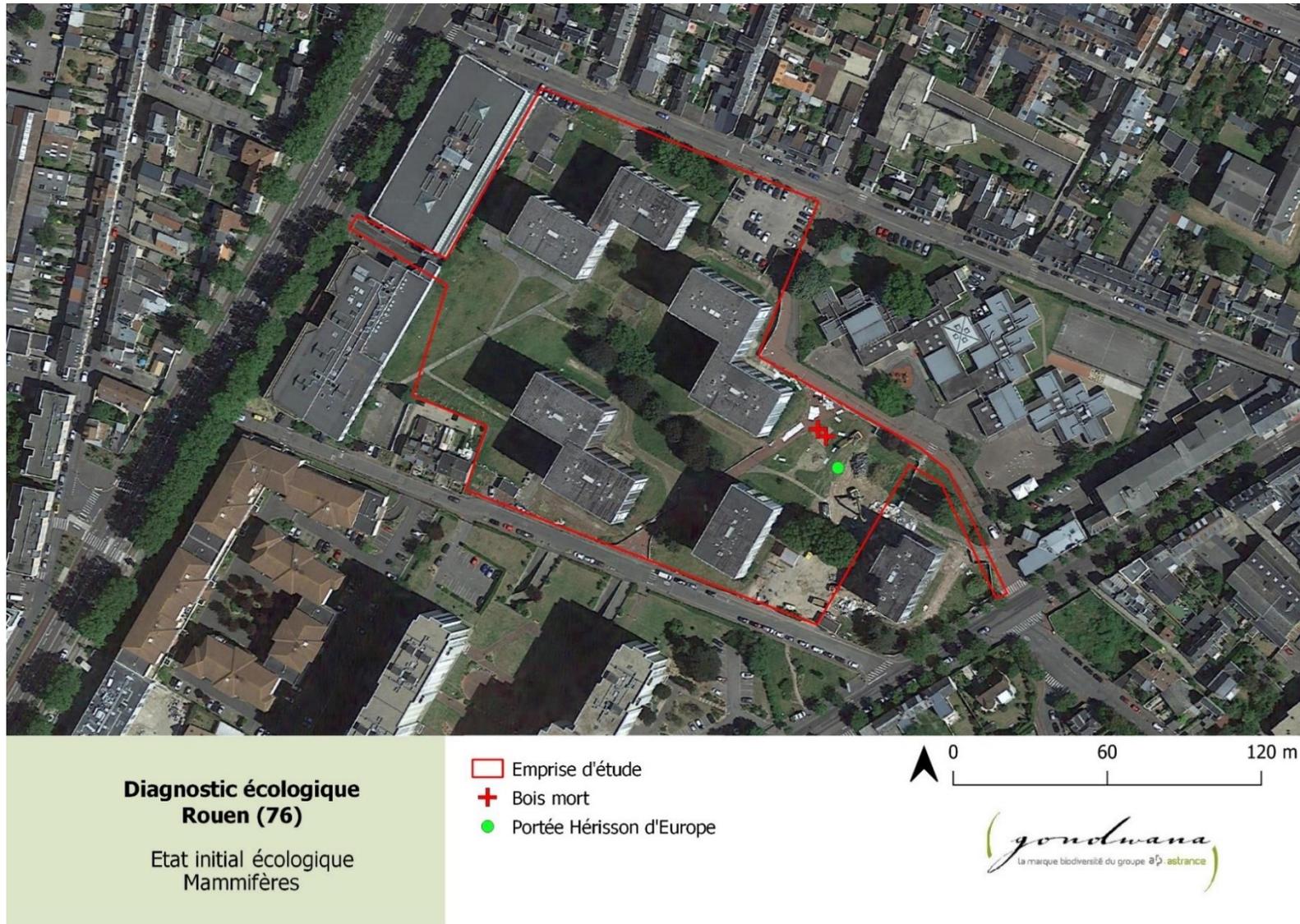


Figure 64 : Localisation de la portée de Hérisson d'Europe observée au printemps 2021 et des tas de bois morts observés en février 2022

© 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

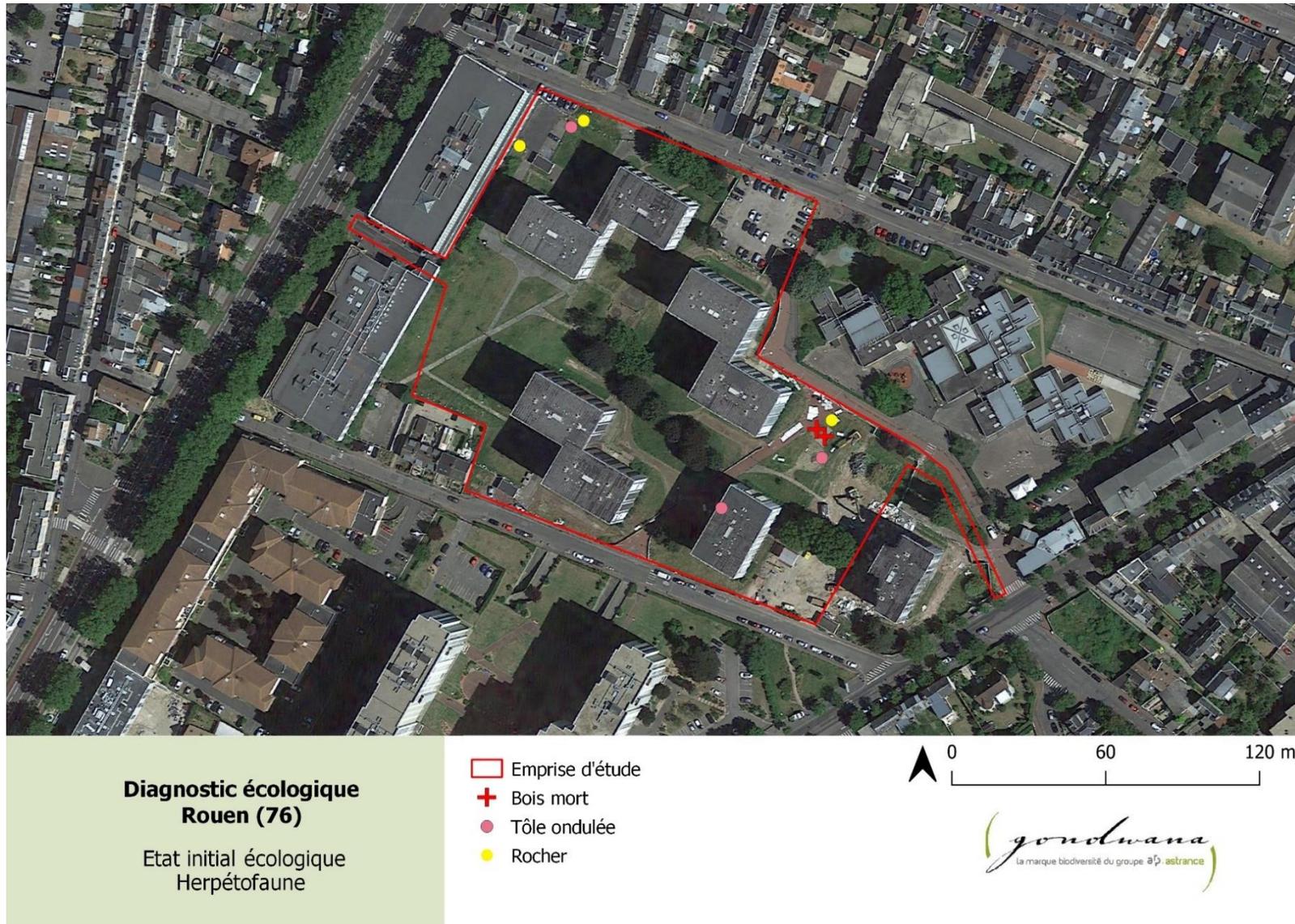


Figure 66 : Habitats favorables au développement des reptiles © ARP-Astrance 2022

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'Anthriscus 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'Orchys 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.

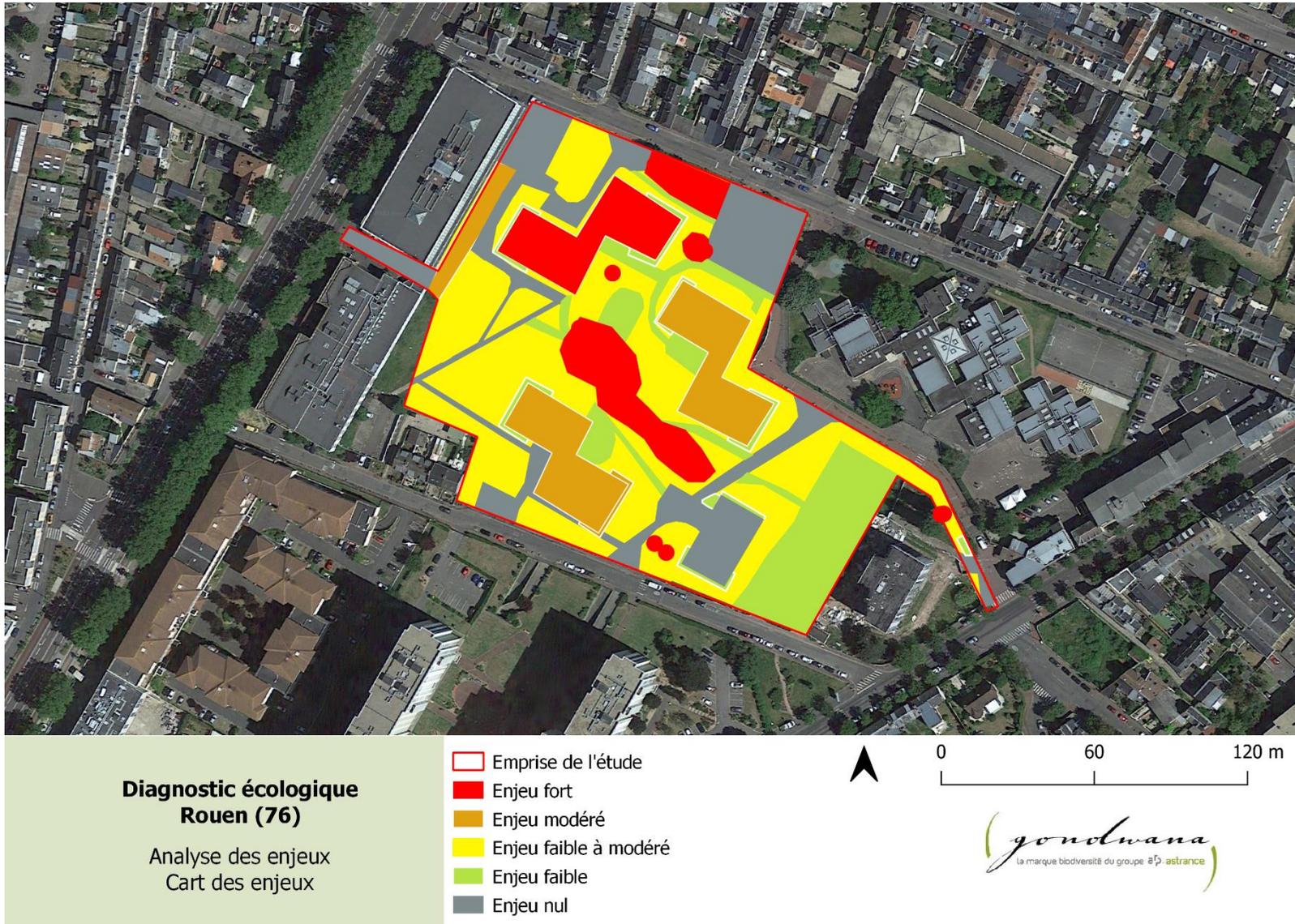


Figure 67 : Cartographie des enjeux du site © ARP-Astrance 2022

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 gîte 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 identifiée.

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.

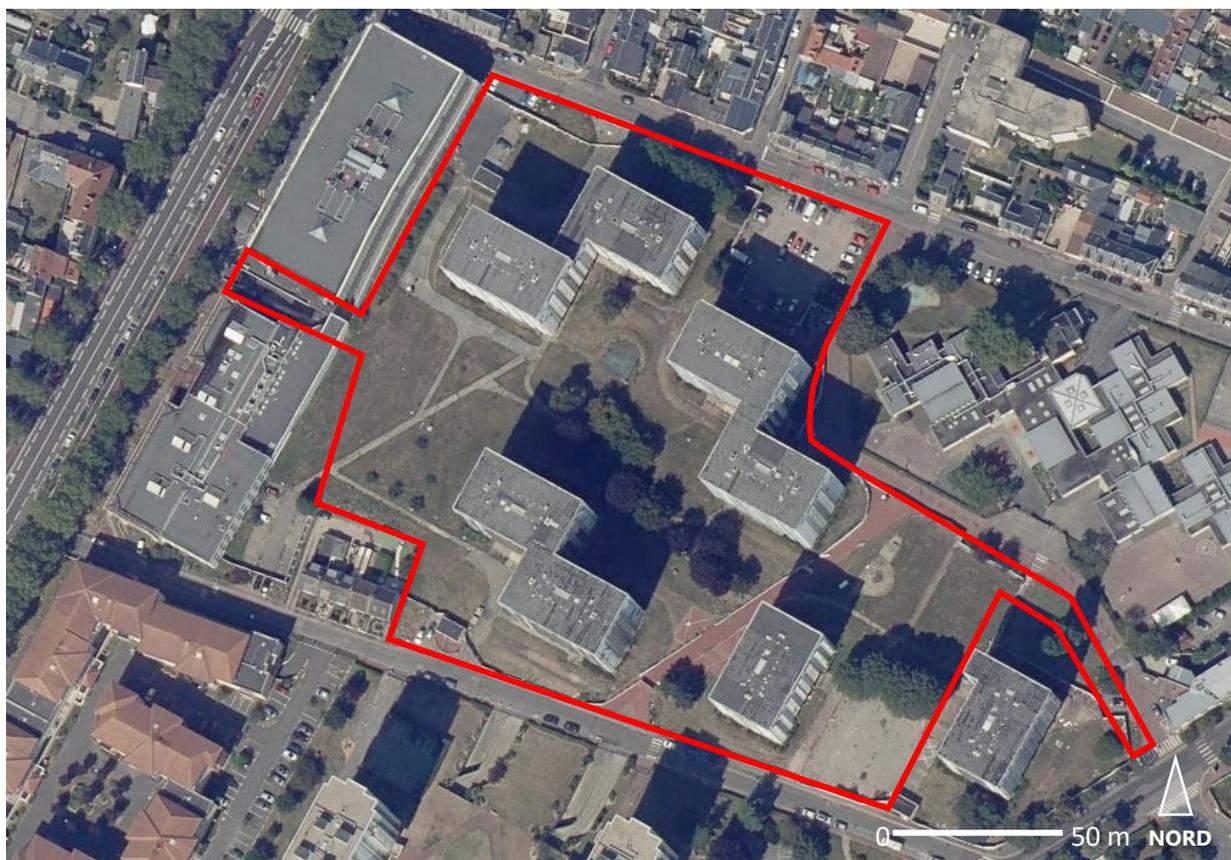


Figure 68 : Vue aérienne de la zone d'étude © Géoportail



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 Rougequeuees 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	<p><i>Des mesures de compensation sont nécessaires pour répondre à l'incidence du projet sur la colonie de Chiroptères présente dans le bâti.</i></p> <p><i>Ces mesures seront reprises et développées au sein du dossier de dérogation.</i></p>	
	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.).

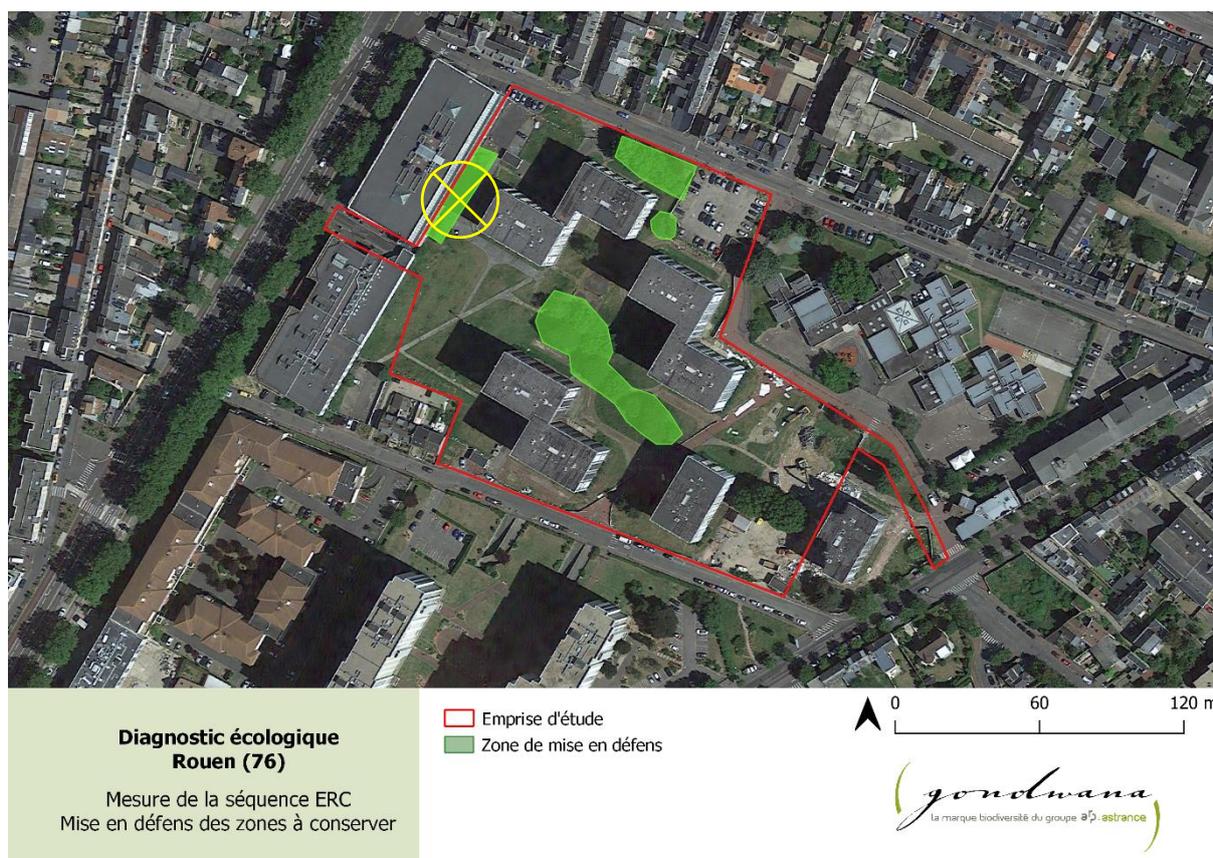


Figure 70 : Zones à conserver et à baliser ©ARP-Astrance 2022

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.¹

Ces mesures seront intégrées au sein des documents de consultation des entreprises et devront être mises en œuvre sur le chantier.

¹ La haie champêtre située à l'ouest du site ne pourra être entièrement conservée.



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 5,00 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 réglementation 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

Défrichage 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 défrichage par groupe taxonomique, ARP-Astrance 2022

Enjeux	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Flore	Vert											
Avifaune	Vert											
Entomofaune	Vert											
Herpétofaune	Vert											
Mammifères	Vert											
Chiroptères	Vert											

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 défrichage. 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 gîte 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) :

	Été	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 Mammalogique 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	

	<p>Arrachage manuel répété en enlever toutes les racines des jeunes pousses dès le début du printemps (avril à octobre)</p> <p>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</p> <p>Evacuation sécurisée de tous les résidus vers un centre agréé</p> <p>Surveillance de la zone et renouvellement des opérations sur plusieurs années pour éliminer les nouvelles repousses</p>
--	---

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 laissé 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).

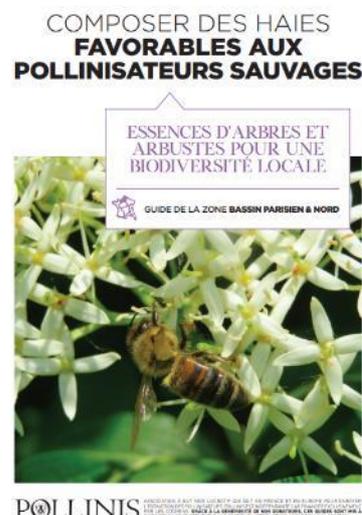


Figure 76 : Exemple de documentation pour le choix d'espèces locales en Normandie

Tableau 19 - Exemple espèces végétales locales

Strate arbustive	Strate arborée
Aubépine à un style (<i>Crataegus monogyna</i>)	Charme commun (<i>Carpinus betulus</i>)
Aubépine épineuse (<i>Crataegus laevigata</i>)	Chêne pédonculé (<i>Quercus robur</i>)
Chèvrefeuille des haies (<i>Lonicera xylosteum</i>)	Erable sycomore (<i>Acer pseudoplatanus</i>)
Fusain d'Europe (<i>Euonymus europaeus</i>)	Erable champêtre (<i>Acer campestre</i>)
Houx (<i>Ilex aquifolium</i>)	Hêtre commun (<i>Fagus sylvatica</i>)
Noisetier (<i>Corylus avellana</i>)	Peuplier tremble (<i>Populus tremula</i>)
Viorne obier (<i>Viburnum opulus</i>)	
Prunellier (<i>Prunus spinosa</i>)	

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 avellana* ;
- 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*.

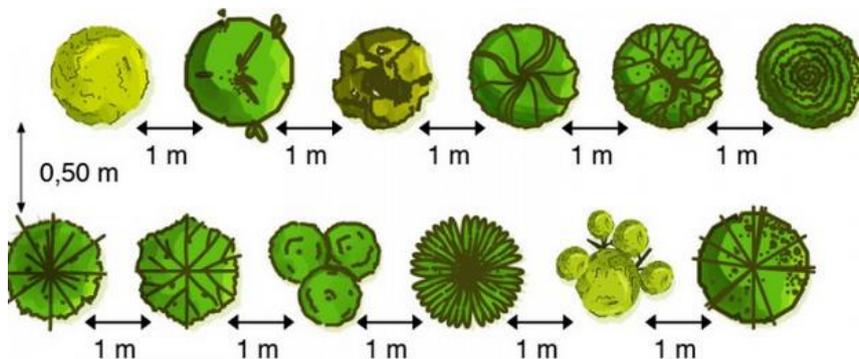


Figure 79 : Schéma d'organisation d'une haie indigène © Pépinières Bauchery

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	<i>Carpinus betulus</i>
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>
Erable sycomore	<i>Acer pseudoplatanus</i>
Erable champêtre	<i>Acer campestre</i>
Hêtre commun	<i>Fagus sylvatica</i>
Peuplier tremble	<i>Populus tremula</i>

Un gradient de strates végétales (herbacée → arbustive → arborée) permet la création d'habitats divers 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 favorisant 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 81).

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 entre 1800 et 2200 Kelvins ;
- /// Réduction des éclairages extérieurs de 22h00 à 07h00 et installation de détecteurs de présence déclenchant les lumières à l'endroit détecté.

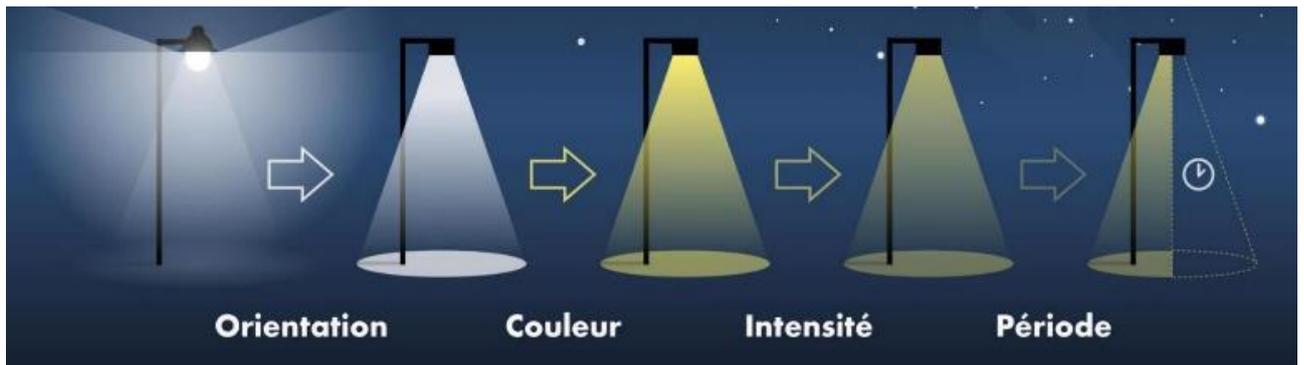


Figure 80 : Schéma de diminution de l'impact de l'éclairage © Oiseau papillon jardin

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.).

- /// Aucun éclairage nocturne ne sera installé au cœur des espaces végétalisés. Des éclairages (en jaune sur la carte) sur les cheminements en bordure de celui-ci pourront être installés selon les modalités suivantes :
 - Eclairage focalisé vers les bâtiments et non vers l'espace vert central ;
 - Eclairage focalisé vers le sol (endroit à éclairer) ;
 - Hauteur maximale de 1m ;
 - À partir de 22h00 : détecteur de présence permettant l'éclairage de ces cheminements uniquement en cas de flux. L'éclairage sera limité à 1800K maximum.

/// Eclairage des cheminements entre les bâtiments (en orange sur la carte) :

- Eclairage focalisé vers les bâtiments et non vers l'espace vert central ;
- Eclairage focalisé vers le sol (endroit à éclairer) ;
- À partir de 22h00 : installation d'une modulation de l'éclairage en fonction des flux : en l'absence de passage, l'éclairage sera limité à 1800K maximum ; en cas de flux, l'éclairage sera limité à 2200K maximum. Afin d'éviter tout effet d'éblouissement pour la faune ou d'inconfort pour les habitant.e.s, ces éclairages ne devront pas être installés à forte hauteur (environ 3m).

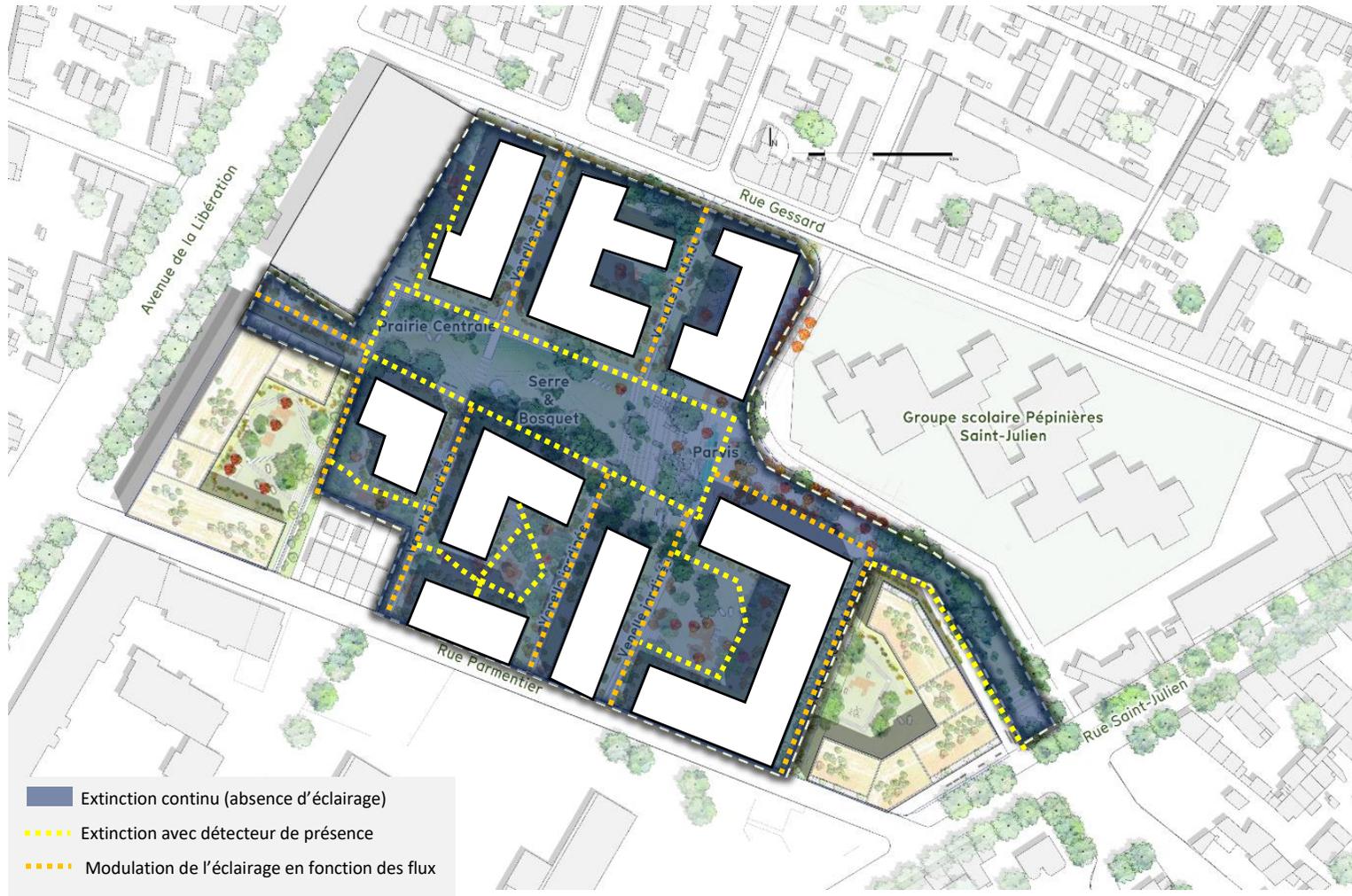


Figure 81 : Schéma d'éclairage adapté sur le plan masse © Altea Cogedim, modifié par ARP-Astrance 2022

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) : les interventions peuvent avoir lieu à tout moment de l'année mais leur réalisation est plus facile lorsque les pieds de Renouée sont développés, d'avril à novembre. Une faux (technique manuelle) ou une débroussailleuse à lame peuvent être utilisés afin de ne pas déchiqeter la tige et projeter des fragments à plusieurs mètres ;
- // 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 ;
- // Gérer les terres : Les terres évacuées devront ensuite être transportées dans des camions bâchés vers des plateformes de gestion adaptées ;
- // Surveiller et détruire les éventuelles repousses des espèces.

- **En fin de chantier**

- // **Protocole de nettoyage de engins de chantier** : Des mesures strictes de nettoyage des engins de chantiers devront être mises en place avant et après chaque opération de lutte mise en place afin d'éviter une prolifération de la Renouée du Japon à proximité du site. Avant de quitter une zone infestée, tous les engins ayant roulé sur des terres contaminées devront être soigneusement nettoyés. Un jet à haute pression est indispensable pour les chenilles et les terres humides ou collantes. Cette opération devra être réalisée sur une zone adaptée. Les eaux contaminées devront être collectées et exportées afin d'éviter toute dissémination.

- /// 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 contraignant 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 ne 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 puits 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 82).



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 83) ;



Figure 83 : Exemple de clôture surélevée © Birdlife

- Option 3 : mettre en place de clôtures perméables à la faune (Figure 84) ;



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 gîtes, des chiroptières seront mises en place (Figure 85). 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 Mammalogique Normand). Celles-ci ne seront pas posées trop haut afin d'éviter l'arrivée d'air froid dans le gîte 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

MC 2 : Création de biotopes pour l'accueil des chiroptères sur le site

L'installation d'une dizaine de nichoirs à chauve-souris permettra de compenser la disparition des gîtes 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

MC 3 : Création de biotopes artificiels pour les espèces faunistiques

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 encastrier 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 90).
- /// **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'abri 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.

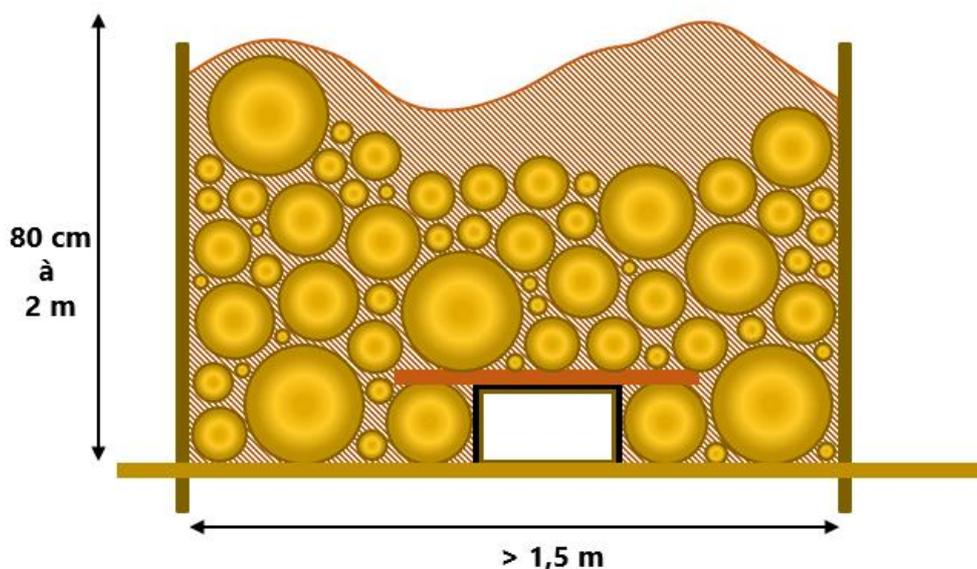
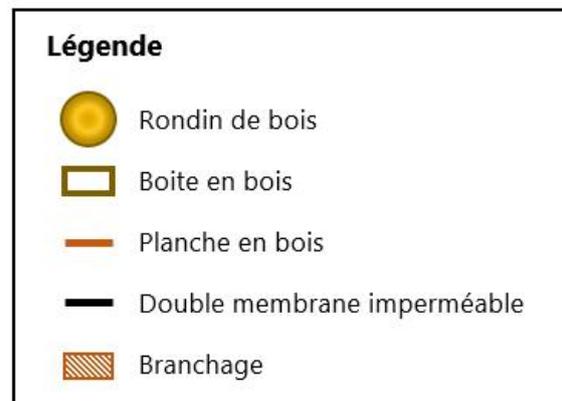


Figure 91 : Prescriptions liées à la conception de tas de bois mort © ARP-Astrance 2022

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 respectueuse 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 (chiroptères).

MA 3 : Suivi de 10 à 30 ans sur le site pour vérifier la fonctionnalité des aménagements installés

Afin de vérifier la fonctionnalité des aménagement installés sur le site de Rouen et au vu des espèces et habitats protégés impactés par le projet, **un suivi sur 10 ans (N+1+2+3+5+7+10) est proposé à l'issue des travaux d'aménagement** à raison de 4 visites par an (1 en avril, 1 en juin, 1 en juillet 1 en octobre). 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.

Les données disponibles étant limitées sur la colonie de Pipistrelle commune présente actuellement au sein du bâtiment D, **un suivi régulier sur 30 ans (N+1+2+3+5+7+10 puis tous les 5 ans jusqu'à N+30) est proposé à l'issue des travaux d'aménagement** à raison de 2 campagnes par an. 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.

1) MR2 : Installation de prairies à haute valeur écologique (juin)

Le suivi de la flore prairiale et des rhopalocères (papillons de jour) sont retenus pour l'évaluation de la fonctionnalité de la prairie. En effet, dans les prairies dont l'entretien est absent ou fauchées tardivement, l'abondance moyenne de papillons augmente d'1/3 par rapport aux prairies fauchées plusieurs fois ou précocement (VigieNature). Un suivi inspiré des protocole Florilèges (flore des prairies urbaines) et Propage (papillon) permettront de produire des indicateurs d'évaluation de la qualité de la prairie du site.

Propage : Le protocole consiste à dénombrer et identifier les papillons les plus communs, en se déplaçant dans une parcelle (transect). Seuls les papillons observés dans une boîte imaginaire de 5 mètres de côté autour de l'observateur sont comptés. Le temps de parcours du transect doit être de 10 minutes (1 mètre en 2 secondes), ce qui correspond à une distance de 100 à 300 mètres, en fonction de la richesse du milieu. À l'issue de cet inventaire, un premier indice relatif à la richesse/abondance pourra être calculé, ainsi qu'un second indice relatif à la sensibilité des papillons à l'urbanisation.

Florilèges – prairies consiste à **recenser les espèces présentes dans 10 carrés d'1m² au cœur même de la prairie**. Les données récoltées permettront de

calculer des indicateurs tels que le nombre d'espèces, leur fréquence, leur typicité, leur attrait pour les pollinisateurs et leur dépendance vis à vis de ces pollinisateurs.

Ces deux indicateurs donnent la possibilité de voir l'évolution dans le temps et de comparer les données récoltées aux moyennes nationales. En fonction des résultats, des modifications de gestion de la prairie pourront être réalisés.

Un rapport sera rédigé à l'issue de chaque campagne d'investigations.

2) MR5 : Mise en place d'une gestion écologique (chaque passage)

Le suivi de cette mesure consistera en une vérification du respect du plan de gestion écologique.

Un rapport sera rédigé à l'issue de chaque campagne d'investigations.

3) MR6 : Mise en place d'un schéma d'éclairage raisonné (chaque passage)

Le suivi de cette mesure consistera en une vérification du respect du schéma d'éclairage.

Un rapport sera rédigé à l'issue de chaque campagne d'investigations.

4) MC1 : Création de biotopes pour l'accueil de colonies de chiroptères dans les combles (juin et juillet)

Les mesures relatives aux chiroptères, détaillées dans le dossier de dérogation « Espèces protégées » incluent les modalités de suivis suivantes :

Un suivi sur 30 ans est proposé à l'issue des travaux d'aménagement. 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. Ces suivis permettront également de réorienter les pratiques de gestion sur le site et sur les aménagements en fonction des résultats des suivis.

Les données disponibles étant limitées sur la colonie de Pipistrelle commune présente actuellement au sein du bâtiment D, il serait pertinent d'avoir un suivi régulier sur 30 ans comme suit : **N+1+2+3+5+7+10 puis tous les 5 ans jusqu'à N+30**. Chaque campagne annuelle sera constituée de 2 passages par an.

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.

Lors des campagnes, les prospections nocturnes se feront aux périodes favorables d'observation des colonies et le comptage pourra se faire par photo-comptage. Les écoutes se feront de manière actives et passives.

Un rapport sera rédigé à l'issue de chaque campagne d'investigations.

5) MC2 : Création de biotopes pour l'accueil des chiroptères sur le site

6) MC3 : Création de biotopes artificiels pour les espèces faunistiques

7) MC4 : Renforcement du caractère écologique du parc central

Pour ces trois mesures, des suivis des biotopes artificiels seront réalisés :

/// Avifaune :

- Inventaire de l'avifaune nicheuse (avril et juin) selon un protocole IPA (Indice ponctuel d'abondance : l'observateur note, pendant une durée de **20 minutes**, **tous les contacts sonores ou visuels** des différentes espèces. L'inventaire sera réalisé au cours de deux passages (passage **début avril pour les nicheurs précoces / passage début juin pour les nicheurs tardifs**), en début de matinée jusqu'à 10 heures environ. Les données récoltées permettront le calcul d'un indice d'abondance pour chaque espèce pouvant être comparé dans le temps dans le but de **suivre l'évolution des populations d'oiseaux ;**
- Occupation des nichoirs à oiseaux (octobre) : vérification de l'occupation des nichoirs et calcul du taux de nidification achevée.

/// Chiroptères :

- Occupation des gîtes à chiroptères (chaque passage) : vérification de l'occupation des gîtes en fonction des saisons et calcul du taux d'occupation.

/// Mammifères :

- Inventaire des espèces observées ;
- Vérification de l'occupation des gîtes à Hérisson d'Europe.

Un rapport sera rédigé à l'issue de chaque campagne d'investigations.

En cas d'absence d'efficacité avérée des mesures, les nichoirs et autres aménagements pourront être déplacés. L'écologue sera également force de propositions pour l'ajustement des mesures en question et l'inscrira dans son rapport de suivi.

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.

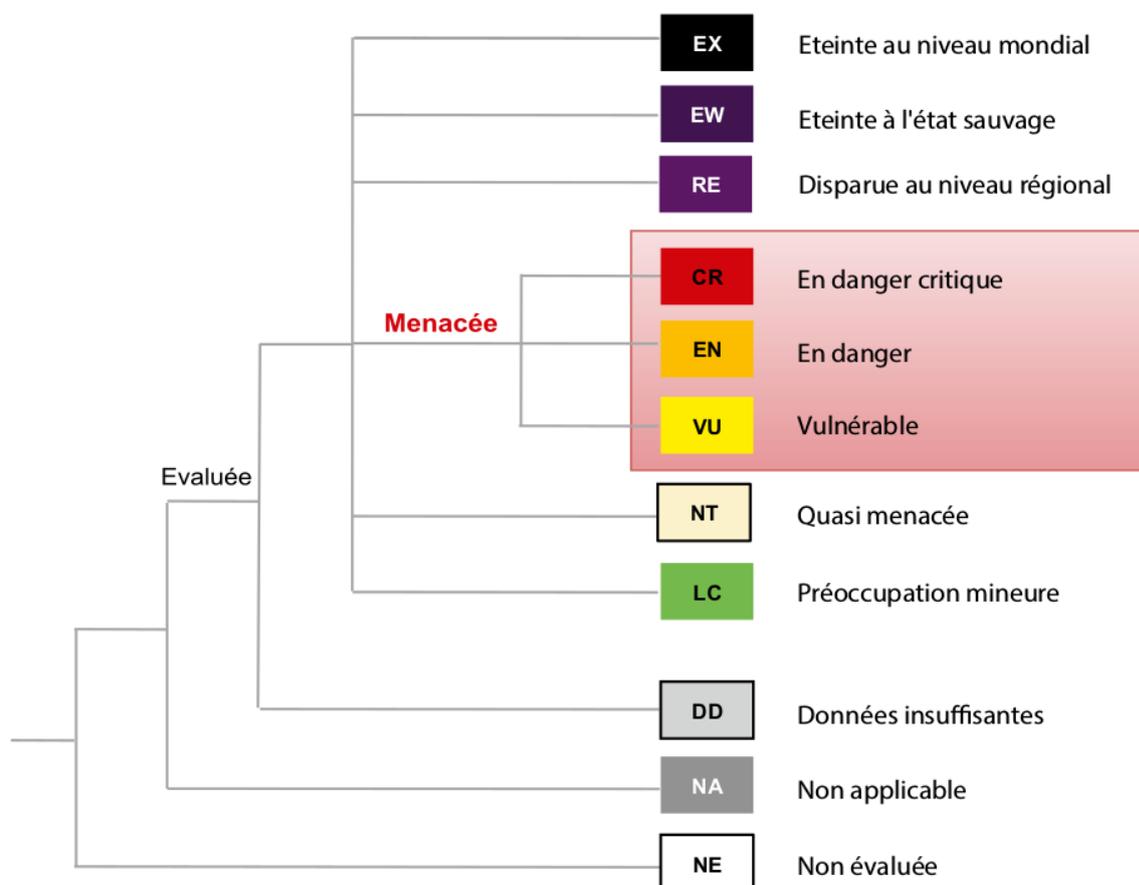
Les impacts résiduels occasionnés par le projet ne remettent pas en cause le bon état de conservation régional et local des populations d'espèces protégées.

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.

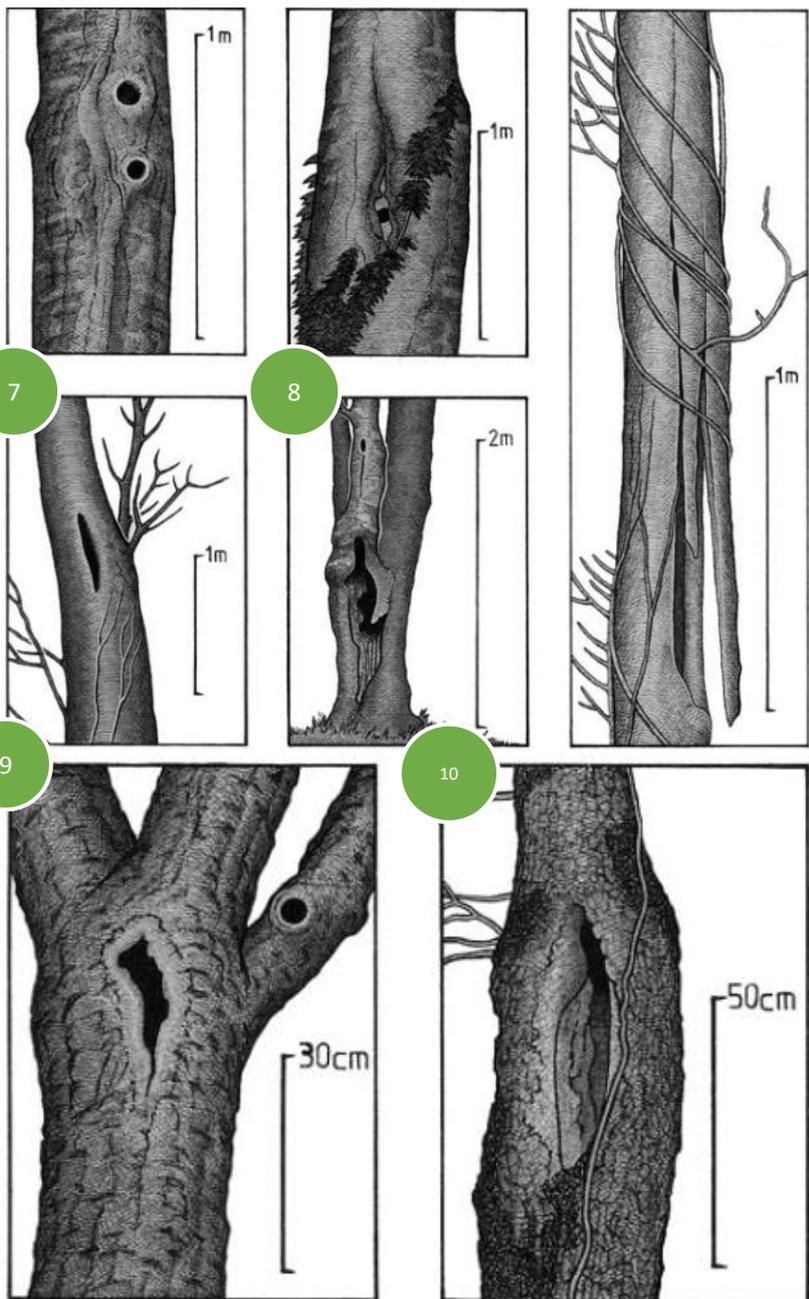
Les cavités peuvent se former en hauteur ou à la base de l'arbre à la suite de :

- 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 entraîne 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 peut 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.).





- 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

The logo for FONDASOL, featuring the word 'fondasol' in a lowercase, orange, sans-serif font. The letter 'o' is stylized with a white and grey circular graphic element.

ROUEN (76)

ETUDE PEDOLOGIQUE POUR LE DIAGNOSTIC ET LA DELIMITATION DE ZONE HUMIDE

Rapport n° DTHY.22.0101 – 001 – Version initiale – 19/10/2022

**ALTAREA COGEDIM DEVELOPPEMENT
URBAIN**

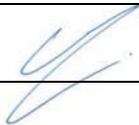
**Construction d'un ensemble immobilier
ZAC de la Pépinière
Rue Parmentier
ROUEN (76)**

VOTRE AGENCE

Cellule Hydrogéologie Nantes
12 rue Léon Gaumont
44700 ORVAULT

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	19/10/2022	58	Version initiale	T.ANDRIEUX	J.JOUBERT
A					
B					
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X				41	X				81				
2	X				42	X				82				
3	X				43	X				83				
4	X				44	X				84				
5	X				45	X				85				
6	X				46	X				86				
7	X				47	X				87				
8	X				48	X				88				
9	X				49	X				89				
10	X				50	X				90				
11	X				51	X				91				
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					99				
20	X				60					100				
21	X				61					101				
22	X				62					102				
23	X				63					103				
24	X				64					104				
25	X				65					105				
26	X				66					106				
27	X				67					107				
28	X				68					108				
29	X				69					109				
30	X				70					110				
31	X				71					111				
32	X				72					112				
33	X				73					113				
34	X				74					114				
35	X				75					115				
36	X				76					116				
37	X				77					117				
38	X				78					118				
39	X				79					119				
40	X				80					120				

SOMMAIRE

A.	Présentation de la mission	4
A.1.	Texte réglementaire associé pour la caractérisation de zone humide	4
A.2.	Intervenants	4
A.3.	Documents remis	4
B.	Descriptif général du site et approche documentaire	6
B.1.	Situation et topographie du site	6
B.2.	Contexte géologique	7
B.3.	Contexte hydrogéologique	7
B.4.	Contexte hydrologique	8
B.5.	Zone à Dominante Humide (ZDH)	11
C.	Résultats des investigations in-situ	12
D.	Synthèse hydrogéotechnique du projet	13
D.1.	Lithologie	13
D.2.	Hydrogéologie	14
E.	Caractérisation et délimitation de zone humide	16
E.1.	Caractérisation	16
E.2.	Délimitation	17
E.3.	Volet « Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique »	18
F.	Avis sur les risques d'interférences avec le projet	19
	ANNEXES	20

A. PRESENTATION DE LA MISSION

Il est prévu la construction d'un ensemble immobilier dans le cadre du réaménagement de la ZAC de la Pépinière située rue Parmentier dans la commune de ROUEN (76).

Dans le cadre de ce projet, la société ALTAREA COGEDIM a confié à FONDASOL une étude pédologique pour la détermination et la délimitation d'éventuelle zone humide selon la commande référencée SQ.DTHY.22.06.120 signée en date du 27/06/2022.

Cette étude vient en complément de :

- L'étude géotechnique G1+G2_{AVP} réalisée par FONDASOL référencée 14GT.21.0111.001 en date du 04/10/2021 ;
- L'étude hydrogéologique G5 réalisée par FONDASOL référencée 14GT.21.0111-DTHY.002 – Indice B en date du 12/09/2022.

A.1. Texte réglementaire associé pour la caractérisation de zone humide

L'identification des surfaces de zones humides doit être réalisée conformément à l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009.

L'arrêté ministériel du 24 juin 2008 modifié précise les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du Code de l'environnement.

Il définit spécifiquement les critères et modalités de caractérisation des zones humides pour la mise en œuvre de la rubrique 3.3.1.0 sur l'assèchement, la mise en eau, l'imperméabilisation et les remblais en zone humide du R.214-1 du Code de l'environnement.

Les conditions dans lesquelles doivent être définies et délimitées les zones humides sont précisées dans la circulaire du 18 janvier 2010, en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du Code de l'Environnement.

Suite à la loi du 24 juillet 2019, portant création de l'Office français de la biodiversité, les zones humides sont de nouveau définies par le caractère alternatif des critères de sols et de végétation. Il rend caduque l'arrêt du Conseil d'État du 22 février 2017.

Ces critères sont alternatifs et interchangeables : il suffit que l'un des deux soit rempli pour qu'on puisse qualifier officiellement un terrain de zone humide. Si un critère ne peut à lui seul permettre de caractériser la zone humide, l'autre critère est utilisable.

A.2. Intervenants

Maitres d'ouvrage : ALTAREA COGEDIM

Bureau d'études Hydrogéologique : FONDASOL

A.3. Documents remis

Les documents qui nous ont été remis dans le cadre de l'étude sont :

- L'étude géotechnique G1+G2_{AVP} réalisée par FONDASOL référencée I4GT.21.0111.001 en date du 04/10/2021 ;
- L'étude hydrogéologique G5 réalisée par FONDASOL référencée I4GT.21.0111-DTHY – Indice B en date du 12/09/2022 ;
- Un ensemble de document de présentation du projet ;
- Un plan topographique du site daté de mai 2013.

B. DESCRIPTIF GENERAL DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE

B.1. Situation et topographie du site

Adresse : rue Parmentier, 76100 ROUEN

Parcelles cadastrales : section HY 300, 301, 384, 361 et 504

Superficie : 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 piétons. 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 sont notables. Les immeubles existants ne présentent pas de sous-sol existant.

Les figures suivantes présentent la situation géographique du site :

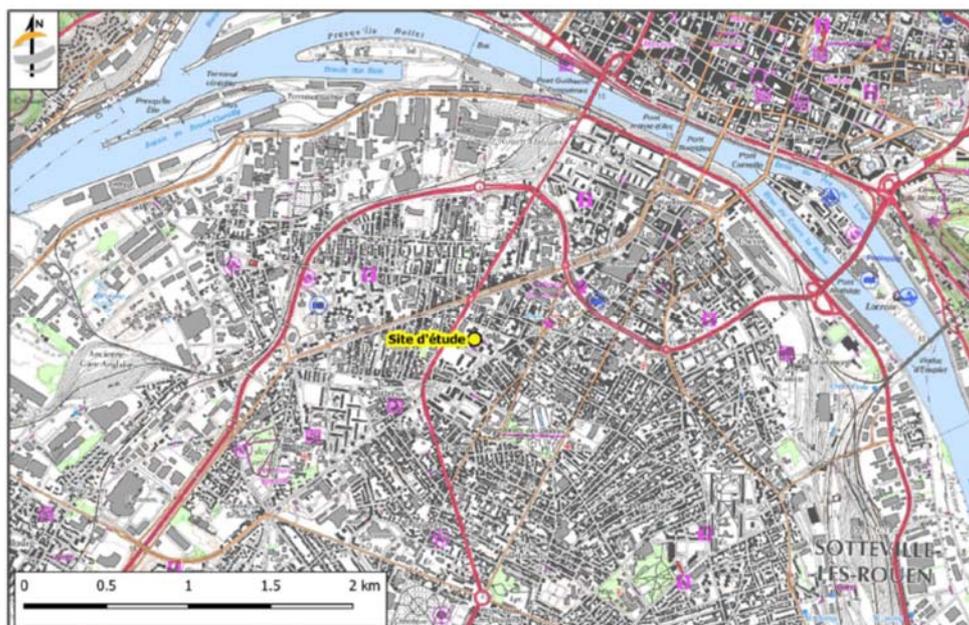


Figure 1 : localisation du site d'étude – extrait de la carte IGN
(source : Géoportail, consultation : octobre 2022)



Figure 2 : vue aérienne du site d'étude (Source : Google Earth, consultation : octobre 2022)

B.2. Contexte géologique

D'après la carte géologique de ROUEN OUEST à 1/50 000 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 5,0 et 10,0 m/TA).

La figure suivante présente un extrait de la carte géologique de la zone d'étude.

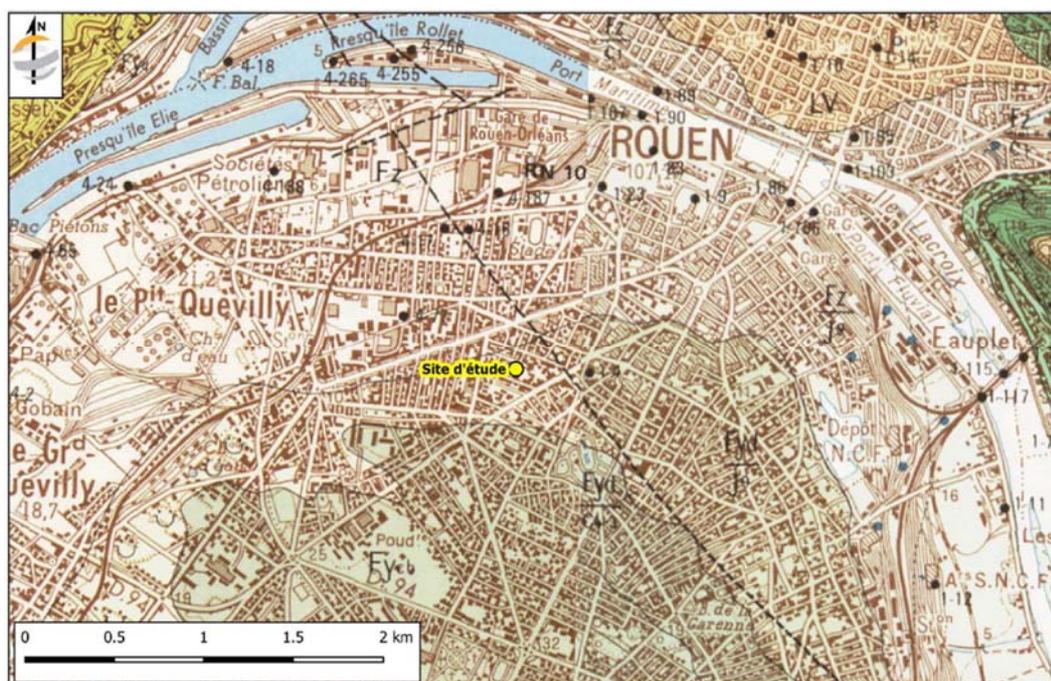


Figure 3 : contexte géologique (source : Infoterre, consultation : octobre 2022)

B.3. Contexte hydrogéologique

B.3.1. Aquifères et masses d'eau souterraine 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 nappe

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.

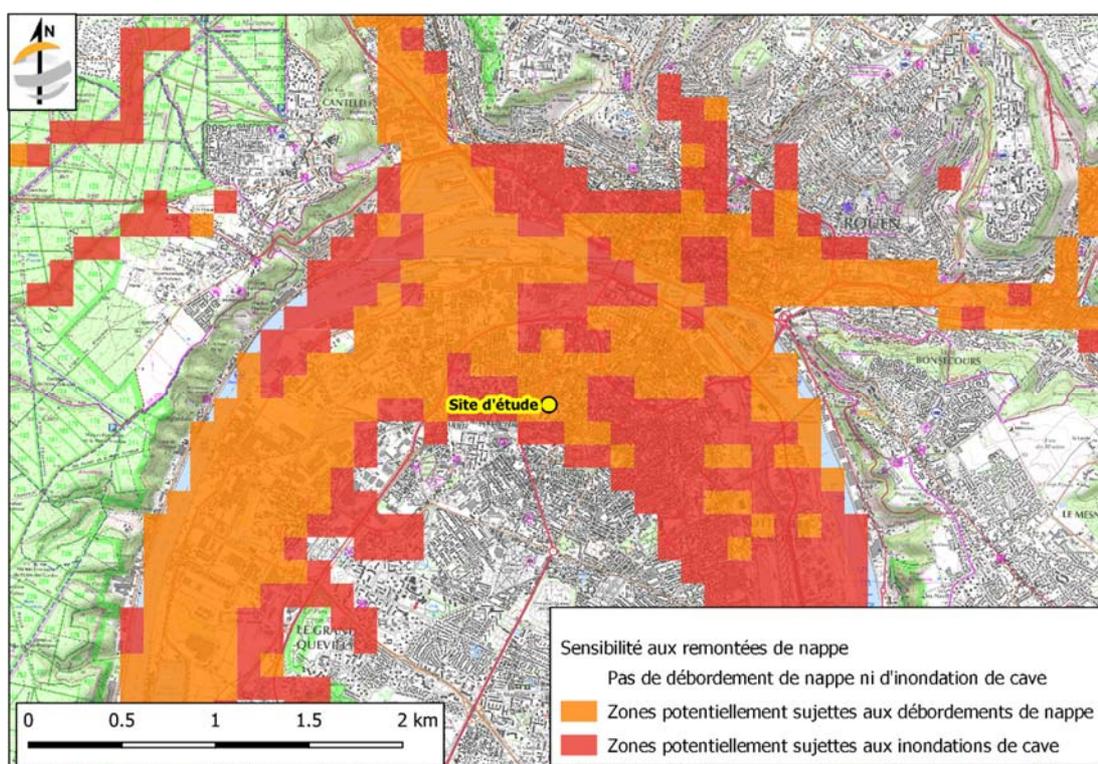


Figure 4 : cartographie de sensibilité face au risque de remontées de nappes (source : BRGM, consultation : octobre 2022)

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.

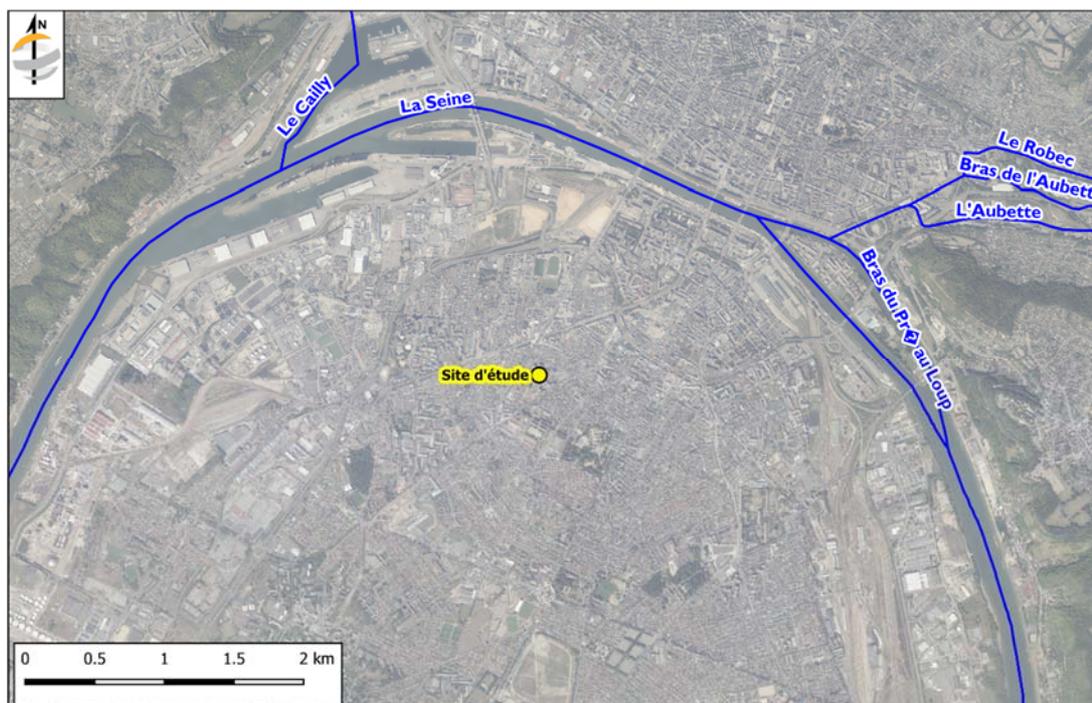


Figure 5 : contexte hydrologique (source : Géoportail, consultation : octobre 2022)

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 zones d'emprunt dans l'environnement du projet. Les terrains de surface sont attendus fortement remaniés.



Figure 6 : cartographie de l'état-major 1820 – 1866 (source : Géoportail, consultation : octobre 2022)

A cette distance du littoral, environ 60 km à l'ouest, le niveau de la Seine reste 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.

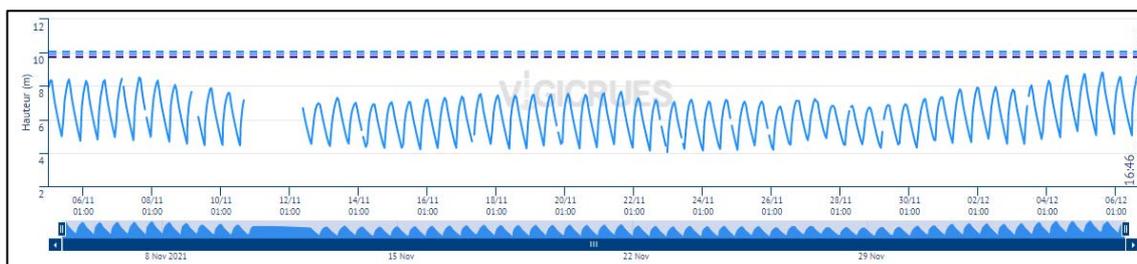


Figure 7 : évolution du niveau de la Seine au droit de la station de Petit-Couronne (76) (source : vigicrue.fr)

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.

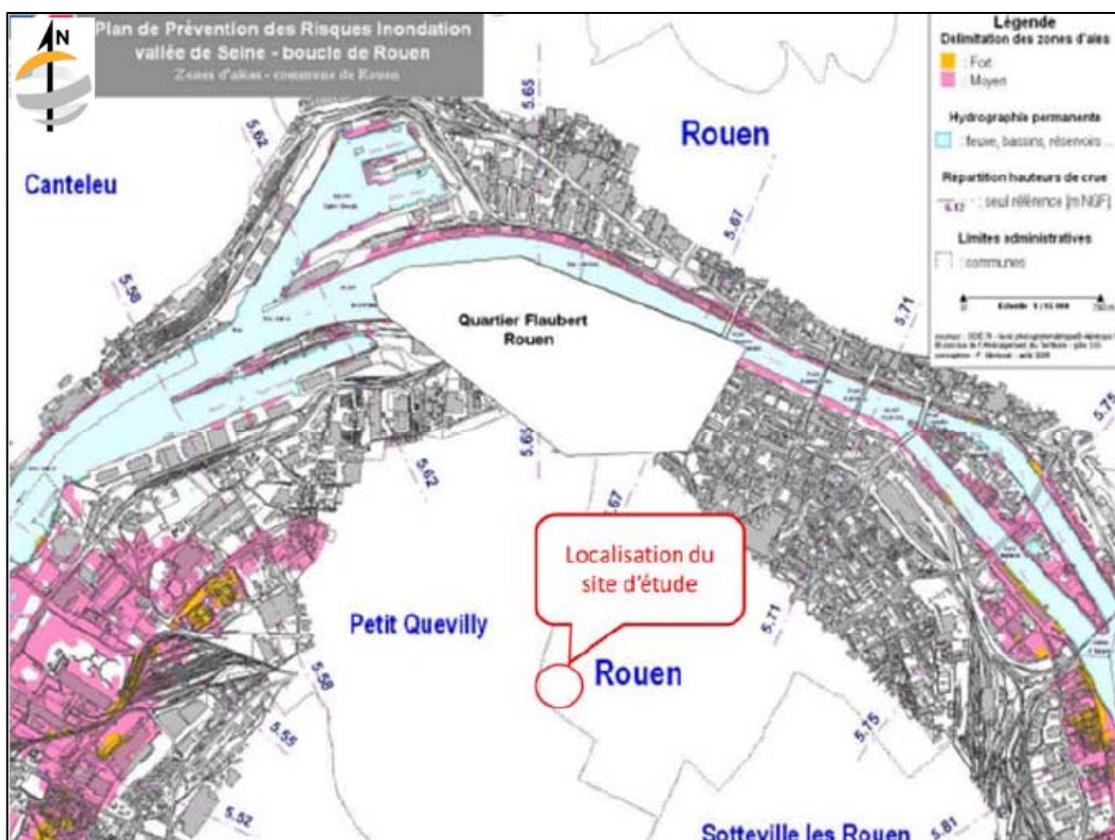
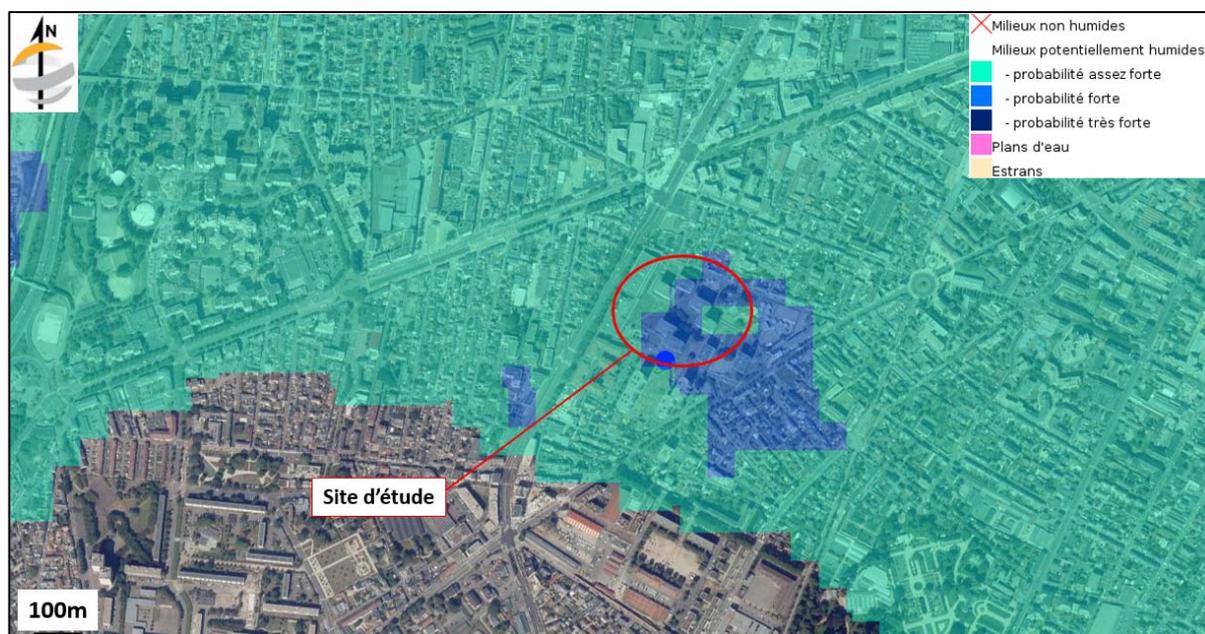


Figure 8 : zone d'aléas identifiés sur la commune de Rouen vis-à-vis du risque inondation (source : PPRI de la vallée de Seine - boucle de Rouen - Préfecture de Seine Maritime – août 2005, consultation : octobre 2022)

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).

B.5.Zone à Dominante Humide (ZDH)

Le site Internet www.reseau-zones-humides.org offre un accès facilité aux données cartographiques mutualisées sur la thématique des zones humides. La carte suivante en est un extrait.



D'après cette figure, l'essentielle de l'emprise du projet se trouve dans une zone potentiellement humide avec une probabilité assez forte. On notera que la représentativité de cette base de données est d'envergure nationale.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Seine-Normandie définit les grandes orientations et les objectifs de qualité à prendre en compte dans la gestion de l'eau et de son fonctionnement sur le territoire de plusieurs bassins versants.

Il définit notamment la présence de Zone à Dominante Humide (ZDH) dont les contours sont donnés à une échelle moyenne de 1/50 000. La méthodologie de délimitation des ZDH est basée sur des données issues d'acteurs locaux, des données d'occupation du sol et les atlas de zones inondables (crue décennale) mais également par une analyse de photographies aériennes et d'autres sources d'informations disponibles sur l'ensemble du bassin.

C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU

Dans le cadre de la mission géotechnique réalisée par FONDASOL (références rappelées en p 4 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 effectués à la pelle mécanique descendus à 2,5 m/TA en EM5, et à 2,4 m/TA en EM20, EM21 et EM22.

Le plan d'implantation des sondages est présenté en annexe I.

Dans le cadre de la présente mission, FONDASOL a réalisé :

- 24 sondages pédologiques (T1 à T24). Ces sondages ont été réalisés à la tarière manuelle jusqu'au refus, entre 0,3 et 0,7 m/TA.

La figure suivante renseigne sur la localisation des investigations réalisées.

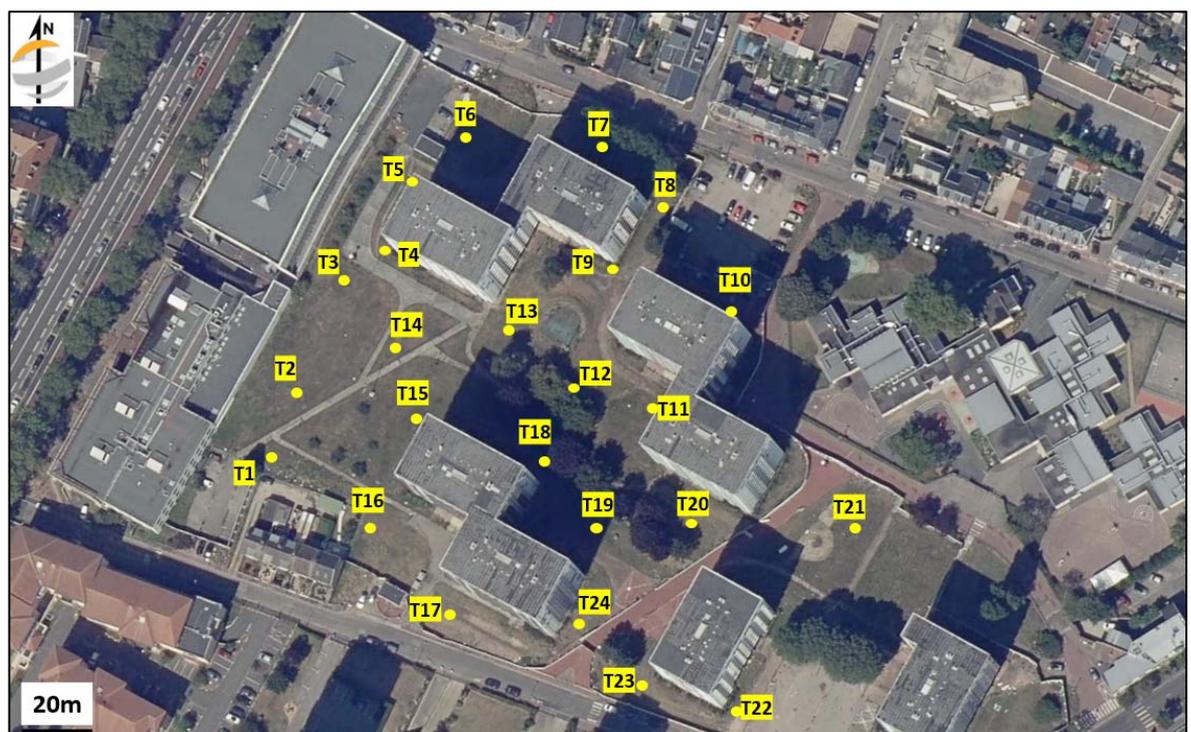


Figure 10 : localisation des sondages pédologiques réalisés

Les coupes de chaque sondage pédologique sont présentées en annexe.

D. SYNTHÈSE HYDROGÉOTECHNIQUE 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 SPI 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 SPI, 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 sondages sont disponibles en annexe de l'étude géotechnique G2_{AVP}.

La lithologie décrite ci-dessous est issue des investigations effectuées lors de la présente étude, soit globalement de la surface vers la profondeur :

- Une couche de terre végétale limono-argileuse à sablo-limoneuse dont l'épaisseur est variable, rencontrée jusqu'à 0,2 m/TA ;
- Une couche de remblais sablo-argileuse, argilo-limoneuse à sableuse jusqu'à la base des sondages.

Un chantier en cours en partie ouest du site d'étude montre une épaisseur de remblais importante, de l'ordre de 2,0-3,0 m/TA, à la limite du site d'étude (voir photographies suivantes).



Photo 1 : coupe lithologique au droit d'un chantier en cours en partie ouest du site d'étude

D.2. Hydrogéologie

Aucune nappe ou aucune venue d'eau n'a pu être détectée lors des investigations à moins de 4,5 m de profondeur.

Une étude hydrogéologique a été réalisée au droit du site d'étude (référence rappelée en p 4 du présent document) : elle indique la présence d'une nappe dans les formations alluviales. Le suivi piézométrique effectué a permis d'estimer les niveaux d'eau caractéristiques présentés dans le tableau suivant.

	Cote	EB	EH ₁₀	EH	EE
Lot A	PZ24	3,1 mNGF, soit 4,1 m/TA	4,4 mNGF, soit 2,6 m/TA	4,5 mNGF, soit 2,7 m/TA	5,0 mNGF, soit 2,2 m/TA
	PZ13	3,1 mNGF, soit 4,7 m/TA	4,4 mNGF, soit 3,3 m/TA	4,5 mNGF, soit 3,2 m/TA	5,0 mNGF, soit 2,7 m/TA
	PZ14	3,0 mNGF, soit 4,2 m/TA	4,3 mNGF, soit 2,8 m/TA	4,4 mNGF, soit 2,7 m/TA	4,9 mNGF, soit 2,2 m/TA
Lot B et C	PZ15	3,1 mNGF, soit 4,1 m/TA	4,4 mNGF, soit 2,7 m/TA	4,5 mNGF, soit 2,6 m/TA	5,0 mNGF, soit 2,1 m/TA
	PZ16	< 3,5 mNGF, soit >4,7 m/TA	< 4,9 mNGF, soit > 3,4 m/TA	< 5,0 mNGF, soit > 3,3 m/TA	< 5,5 mNGF, soit > 2,8 m/TA
	PZ17	2,9 mNGF, soit 4,1 m/TA	4,2 mNGF, soit 2,7 m/TA	4,3 mNGF, soit 2,6 m/TA	4,8 mNGF, soit 2,1 m/TA
	PZ18	3,0 mNGF, soit 3,5 m/TA	4,3 mNGF, soit 2,2 m/TA	4,4 mNGF, soit 2,1 m/TA	4,9 mNGF, soit 1,6 m/TA
	PZ23	2,9 mNGF, soit 4,4 m/TA	4,2 mNGF, soit 3,0 m/TA	4,3 mNGF, soit 2,9 m/TA	4,8 mNGF, soit 2,4 m/TA

Tableau 1 : niveaux caractéristiques estimés EB, EH₁₀, EH et EE (Eurocodes)
(source : étude hydrogéologique G5 réalisée par FONDASOL référencée 14GT.21.0111-DTHY.002 – Indice B)

Les niveaux caractéristiques de nappe sont à une profondeur supérieure à 2,0 m/TA, indiquant que les premiers mètres ne sont pas saturés par la présence d'une nappe temporaire.

E. CARACTERISATION ET DELIMITATION DE ZONE HUMIDE

E.1. Caractérisation

Au niveau de chaque sondage pédologique, une analyse des profils de sol a été effectuée afin de repérer, d'identifier et de quantifier la présence de traces d'hydromorphie (traits réductiques et rédoxiques) et d'horizons organiques.

A la suite de cette analyse, le sol a été rattaché, quand cela est possible, à une des classes d'hydromorphie définies par le Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA).

Sondage	Classe d'hydromorphie
T1	Classe Ia
T2	
T3	
T4	
T5	
T6	
T7	
T8	
T9	
T10	
T11	
T12	
T13	
T14	
T15	
T16	
T17	
T18	
T19	
T20	
T21	
T22	
T23	
T24	

Tableau 2 : résultats des investigations

D'après les coupes pédologiques réalisées et **en application de l'arrêté modificatif du 1er octobre 2009**, aucun sondage pédologique ne met évidence une morphologie de sols correspondant à une zone humide.

Les essais à la pelle mécanique de type Matsuo notés EM19 à EM22 ont été effectués dans l'horizon remblayé (EM20 et EM22) et dans l'horizon de sables et graviers (EM19 à EM21). Ceux-ci ont été réalisés à 2,4 à 2,5 m/TA dans une fouille de 1,2 à 1,4 m de longueur et 0,4 m de largeur au sein des remblais sablo-graveleux (EM20 et EM22) et au sein de sables et graviers (EM19 et EM21).



Photo 2 : essais à la pelle mécanique EM19 (à droite) et EM21 (à gauche) effectués dans l'horizon gravelo-sableux



Photo 3 : essais à la pelle mécanique EM20 (à droite) et EM22 (à gauche) effectués dans l'horizon remblayé

Aucunes traces d'eau, de traits réductiques ou anoxiques n'ont été constatées.

E.2. Délimitation

Sur la base des investigations réalisées, aucune zone humide pédologique n'est identifiée dans l'emprise du projet d'aménagement et donc aucune délimitation n'a été effectuée.

E.3. Volet « Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique »

La rubrique du volet « Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique » concernée lors de problématique de zone humide est la rubrique 3.3.1.0 de la Loi sur l'Eau.

Sur la base des investigations effectuées, le projet ne serait pas concerné par cette rubrique.

F. AVIS SUR LES RISQUES D'INTERFERENCES AVEC LE PROJET

L'analyse du contexte environnemental local et bibliographique indique la présence bibliographique, avec une probabilité assez forte, de zone à dominante humide dans l'emprise du projet.

24 sondages pédologiques et 4 sondages à la pelle mécanique ont été réalisés dans l'objectif de vérifier l'éventuel caractère humide des sols présents dans l'emprise du projet.

En application de l'arrêté modificatif du 1^{er} octobre 2009, aucun sondage ne met en évidence de sols présentant des critères morphologiques représentatifs d'une zone humide (critères pédologiques).

Le projet d'aménagement ne serait donc pas concerné par la rubrique 3.3.1.0 de la Loi sur l'Eau.

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, profonds, 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 reconnaît 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 connaître 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 feuilles 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 donnés 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 réglementaires 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'histoire 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 événements 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 maîtrise d'œuvre ou la maîtrise 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 nécessaires au transport, au traitement, 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 maîtrise d'œuvre ou de maîtrise 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. À 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. À 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. À 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 à 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 maître d'ouvrage, constructeur ou maître 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 majeurs 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 facturées ou de retenir les paiements.

18. Suspension

L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :

- En cas d'Imprévu,
- En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- 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. À 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. À 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 surcotisation 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. À 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.

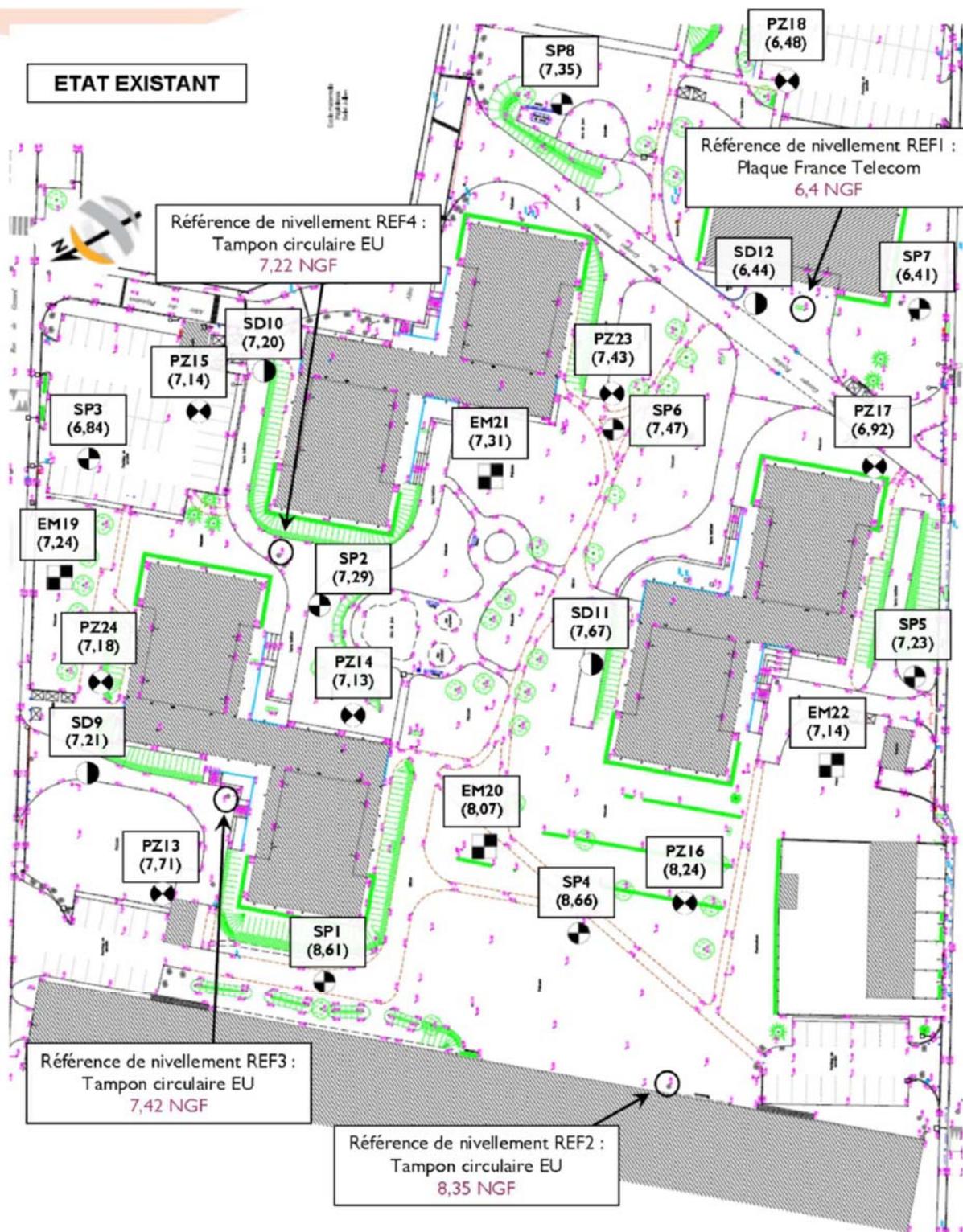
26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRÉSENT 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 DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DÉLAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ÉTAT D'UN DIFFÉREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RESOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPÉTENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT RÈGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

I. ANNEXE N°1 : IMPLANTATION DES SONDAGES GEOLOGIQUES



2. ANNEXE N°2 : COUPES DES SONDAGES PEDOLOGIQUES

		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY							
		Fiche de sondage pédologique							
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé	<input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426260°		
Date :	29/09/2022		Variable	<input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,070262°		
Heure :	14:00		Pluie	<input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ			
Nom du sondage	T1	2 - Nappe	Absence	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS			
I - Type	Fosse pédologique		<input type="checkbox"/>	Observable				<input type="checkbox"/>	
	Tarrière		<input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :					
 									
Profondeur (m)	Description								
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				IX - Informations complémentaires observées
	I - Couleur	II - Texture	III - Eléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 15 cm	Marron	Limon	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
15 - 30 cm	Marron clair	Argile limoneuse	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Remblais
30 - 35 cm	Brun	Limon argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY				
		Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426423°
Date :	29/09/2022		Variable <input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,070403°
Heure :	14:30		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T2	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I -Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			
		Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :			



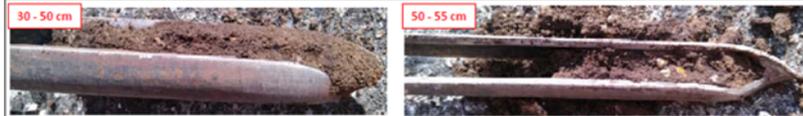
Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Eléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 15 cm	Marron	Limon	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
15 - 35 cm	Brun clair	Argile limoneuse	Présence < et > 2 mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
35 - 40 cm	Blanchâtre	Platre / calcaire	Absence	Absence	Absence	-	-	sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY				
		Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426724°
Date :	29/09/2022		Variable <input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,070566°
Heure :	14:45		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T3	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I -Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			
		Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Eléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 10 cm	Marron	Limon sableux	Absence	Absence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon surfacique
10 - 20 cm	Brun clair	Sable argileux	Présence < 2 mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426778°
Date :	29/09/2022		Variable <input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,070728°
Heure :	14:55		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T4	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 25 cm	Marron foncé	Sable limoneux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
25 - 30 cm	Marron foncé	Limon sableux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
30 - 50 cm	Marron clair	Sable limoneux	Absence	Absence	Absence	-	-	De plus en plus sec	Remblais
50 - 55 cm	Marron clair	Sable limoneux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426945°
Date :	29/09/2022		Variable <input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,070833°
Heure :	15:05		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T5	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 20 cm	Marron	Sable limoneux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
20 - 25 cm	Marron	Sable limoneux	Présence < 2mm	Présence	Absence	-	-	Frais	Remblais + Brique
25 - 35 cm	Brun clair	Sable limoneux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique						
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé	<input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,427086°	
Date :	29/09/2022		Variable	<input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071010°	
Heure :	15:15		Pluie	<input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ		
Nom du sondage	T6	2 - Nappe	Absence	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS		
I - Type	Fosse pédologique		<input type="checkbox"/>	Observable				<input type="checkbox"/>
	Tarrière		<input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :				



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 10 cm	Marron	Argile limoneuse	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon surfacique
10 - 20 cm	Marron	Argile sableuse	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
20 - 35 cm	Ocre foncé	Sable limoneux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais + Brique

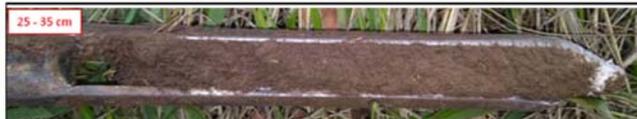
fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique					
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé	<input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,427055°
Date :	29/09/2022		Variable	<input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071553°
Heure :	15:25		Pluie	<input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	

Nom du sondage	T7	2 - Nappe	Absence	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS		
I - Type	Fosse pédologique		<input type="checkbox"/>	Observable				<input type="checkbox"/>
	Tarrière		<input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :				



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 10 cm	Marron	Limon sableux	Absence	Absence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon surfacique
10 - 25 cm	Brun clair à ocre	Limon argileux	Absence	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
25 - 30 cm	Brun clair	Limon argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426893°
Date :	29/09/2022		Variable <input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071802°
Heure :	15:35		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T8	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I -Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 15 cm	Marron	Limon sableux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon surfacique
15 - 20 cm	Brun clair	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
20 - 25 cm	Brun clair	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais
25 - 35 cm	Brun clair	Sable limoneux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426728°
Date :	29/09/2022		Variable <input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071607°
Heure :	15:50		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T9	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I -Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 20 cm	Marron	Argile sableuse	Présence < 2mm	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon surfacique
20 - 40 cm	Marron foncé	Sable argilo-limoneux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY
Fiche de sondage pédologique

N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,42634°
Date :	29/09/2022		Variable <input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,07206°
Heure :	16:00		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	

Nom du sondage	T10	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>		
	Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Profondeur (m) :		



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 40 cm	Marron	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY
Fiche de sondage pédologique

N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426383
Date :	29/09/2022		Variable <input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071748°
Heure :	16:15		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	

Nom du sondage	T11	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>		
	Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Profondeur (m) :		



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 25 cm	Marron foncé	Sable limoneux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
25 - 40 cm	Marron clair	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais
40 - 55 cm	Marron clair	Sable limoneux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais
55 - 65 cm	Ocre	Sable limoneux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais
65 - 75 cm	Marron clair	Sable limoneux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique						
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé	<input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426455°	
Date :	29/09/2022		Variable	<input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071441°	
Heure :	16:35		Pluie	<input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ		
Nom du sondage	T12	2 - Nappe	Absence	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS		
I - Type	Fosse pédologique		<input type="checkbox"/>	Observable				<input type="checkbox"/>
	Tarrière		<input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :				



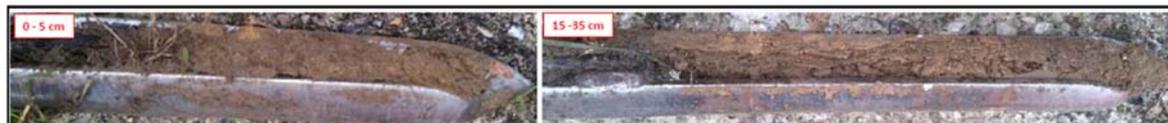
Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 25 cm	Marron	Sable argileux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
25 - 40 cm	Brun	Sable limoneux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
40 - 60 cm	Brun roux	Argile sableuse	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique						
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé	<input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426578°	
Date :	29/09/2022		Variable	<input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071202°	
Heure :	17:00		Pluie	<input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ		
Nom du sondage	T13	2 - Nappe	Absence	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	Remblais		
I - Type	Fosse pédologique		<input type="checkbox"/>	Observable				<input type="checkbox"/>
	Tarrière		<input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :				



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 10 cm	Marron	Argile sableuse	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
20 - 60 cm	Marron clair	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426531°
Date :	29/09/2022		Variable <input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,070750°
Heure :	17:15		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T14	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 5 cm	Marron	Argile sableuse	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
5 - 15 cm	Marron	Argile limoneuse	Absence	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
15 - 35 cm	Marron	Limon argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426350°
Date :	29/09/2022		Variable <input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,070851°
Heure :	17:15		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T15	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	Remblais	
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 20 cm	Marron	Argile limoneuse	Présence < 2mm	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
20 - 40 cm	Marron	Limon argilo-caillouteux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais à sec	Remblais
40 - 45 cm	Marron	Limon argilo-sableux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY			
		Fiche de sondage pédologique			
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) : 49,426082°
Date :	29/09/2022		Variable <input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) : 1,070652°
Heure :	17:30		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ
Nom du sondage	T16	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>		



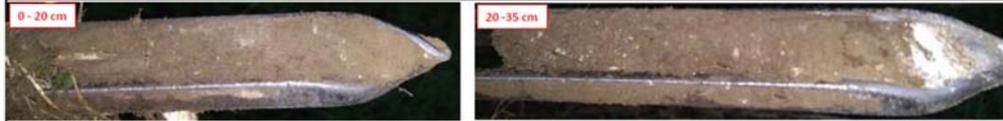
Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Eléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 10 cm	Marron	Sable limoneux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
10 - 20 cm	Marron	Limon argileux	Absence	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
20 - 25 cm	Brun clair	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
25 - 35 cm	Brun clair	Sable caillouteux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY			
		Fiche de sondage pédologique			
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) : 49,425872°
Date :	29/09/2022		Variable <input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) : 1,070934°
Heure :	17:40		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ
Nom du sondage	T17	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>		



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Eléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 10 cm	Marron	Sable argileux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
10 - 25 cm	Marron	Argile sableuse	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
25 - 40 cm	Jaune orangé	Sable	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426253°
Date :	30/09/2022		Variable <input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071307°
Heure :	8:10		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T18	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Eléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 5 cm	Marron	Limon sableux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
5 - 20 cm	Marron	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
20 - 35 cm	Marron	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426110°
Date :	30/09/2022		Variable <input checked="" type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071520°
Heure :	8:25		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T19	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Eléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 5 cm	Marron	Limon argileux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
5 - 35 cm	Marron	Argile limoneuse	Absence	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
35 - 50 cm	Marron	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426107°
Date :	30/09/2022		Variable <input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071907°
Heure :	8:40		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T20	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I -Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 5 cm	Marron	Limon argileux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
5 - 15 cm	Marron clair	Argile limoneuse	Absence	Absence	Absence	-	-	Sec	Ramblais
15 - 30 cm	Brun clair	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

fondasol # HYDROGÉOLOGIE		CELLULE HYDROGÉOLOGIE - DTHY Fiche de sondage pédologique				
N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,426089°
Date :	30/09/2022		Variable <input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,072529°
Heure :	8:50		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	
Nom du sondage	T21	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS	
I -Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/> Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 20 cm	Brun	Limon argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface + Remblais
20 - 35 cm	Jaune orangé	Sable	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais

N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,425609°
Date :	30/09/2022		Variable <input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,072063°
Heure :	9:10		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	

Nom du sondage	T22	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>		
	Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 5 cm	Marron	Sable argileux	Présence < 2mm	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
5 - 30 cm	Marron	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais à sec	Remblais

N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé <input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49,425677°
Date :	30/09/2022		Variable <input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1,071690°
Heure :	9:20		Pluie <input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	

Nom du sondage	T23	2 - Nappe	Absence <input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS
I - Type	Fosse pédologique <input type="checkbox"/>		Observable <input type="checkbox"/>		
	Tarrière <input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 5 cm	Marron	Limon argileux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
5 - 30 cm	Marron	Sable argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais à sec	Remblais

N° dossier :	DTHY.22.0101	Conditions météorologiques :	Ensoleillé	<input checked="" type="checkbox"/>	Coordonnées GPS (géographique)	Latitude (N) :	49.425816°
Date :	30/09/2022		Variable	<input type="checkbox"/>		Longitude (E) :	1.071455°
Heure :	9:30		Pluie	<input type="checkbox"/>	Opérateur(s) :	TA + JJ	

Nom du sondage	T24	2 - Nappe	Absence	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - Cause du refus	REMBLAIS
I - Type	Fosse pédologique		<input type="checkbox"/>	Observable			☐
	Tarrière	<input checked="" type="checkbox"/>	Profondeur (m) :			



Profondeur (m)	Description								IX - Informations complémentaires observées
	Caractéristiques de l'horizon				Hydromorphie				
	I - Couleur	II - Texture	III - Éléments grossiers	IV - Racines	V - Types d'hydromorphie	VI - Abondance	VII - Taille	VIII - Humidité	
0 - 10 cm	Brun	Limon argileux	Absence	Présence	Absence	-	-	Frais	Sol / Horizon de surface
10 - 30 cm	Brun	Limon argileux	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Frais	Remblais
30 - 35 cm	Brun clair	Argile limoneuse	Présence < 2mm	Absence	Absence	-	-	Sec	Remblais

3. ANNEXE N°2 : COUPES DES ESSAIS MATSUO

fondasol		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	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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				PM 5 T - Godet de 2,5 m	Bonne tenue des 2,5 m
6,74	1		Remblais sablo-graveleux marron foncé avec morceaux de brique (diam moy : 4 cm / diam max : 14 cm)					
5,34	2		Sable graveleux marron clair/ocre (diam moy : 3 cm / diam max : 11 cm)					
4,74								

www.soilcloud.fr

EM20		Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau	
				+8,07 m (NGF)	0,0°	2,4 m	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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 - Espal de 2,4 m	Bonne tempétes 2,4 m
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					
5,67								
www.soilcloud.fr								

EM21		Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau	
				+7,31 m (NGF)	0,0°	2,4 m	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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)				PM 5 T - Godet de 2,4 m	Bonne tenue des
6,41	1		0,9 m					
	2		Sable graveleux marron clair à ocre (diam max : 17 cm / diam moy : 4 cm)					
4,91			2,4 m				2,4 m	2,4 m

EM22		Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau	
				+7,14 m (NGF)	0,0°	2,4 m	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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)					
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)				PM 5 T - Godet de 40 l	Bonne tenue des
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)				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					

4. ANNEXE N°2 : COUPES DES PIEZOMETRES

fondasol		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	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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	RR	Remblais argilo-caillouteux marron foncé			 5,9 m	eau	tailant rotoperçusion Ø115mm	Roto-perçusion Ø120-140 mm	piézomètre ouvert
	1									
	2	2,2 m								
5,51	3	Sables caillouteux marron clair								
	4									
	5									
	6									
	7									
	8	8,5 m								
-0,79	9	Craie blanche à silex								
	10									
	11	11 m			11 m	11 m	7 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

PZ13

Elévation
+7,71 m (NGF)

Profondeur atteinte
11,0 m

Angle
0,0°

Machine
SD70.8

Niveau d'eau

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

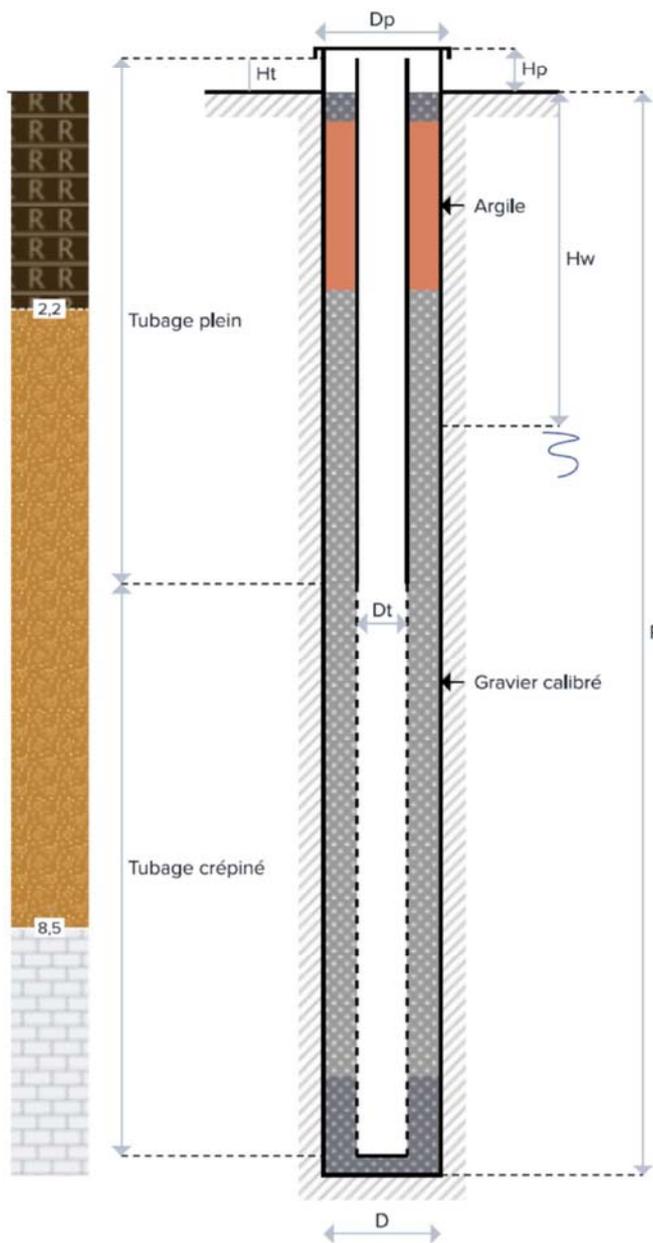
Cadenas Non

Bouche à clef Non

Regard béton Non

Diamètre protection D_p 100,0 mm

Hauteur hors sol H_p 0,45 m



PZ14		Longitude	Latitude	Élévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau									
				+7,13 m (NGF)	0,0°	11,5 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> Stabilisé									
Début			Fin			Machine	Opérateur									
23/08/2021			23/08/2021			SD70.8	Michalec Freddy									
Élévation	Prof.	Lithologie	Description				Niveau d'eau	Fluides	Outils	Tubage	Équipement					
7,13	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé				 5,3 m	eau	tailant rotoperçusion 115mm	Roto-perçusion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert					
	1		1,8 m													
5,33	2		Sables caillouteux marron clair													
	3															
	4		4,4 m													
2,73	5		Craie blanche									 5,3 m	eau	tailant rotoperçusion 115mm	Roto-perçusion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	6															
	7															
	8															
	9															
	10															
	11						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																

PZ14

Elévation
+7,13 m (NGF)

Profondeur atteinte
11,5 m

Angle
0,0°

Machine
SD70.8

Niveau d'eau
 Néant Non mesuré Stabilisé

Données
PZO-PZ_14

Type
Piézomètre ouvert

Début
23/08/2021

Fin
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

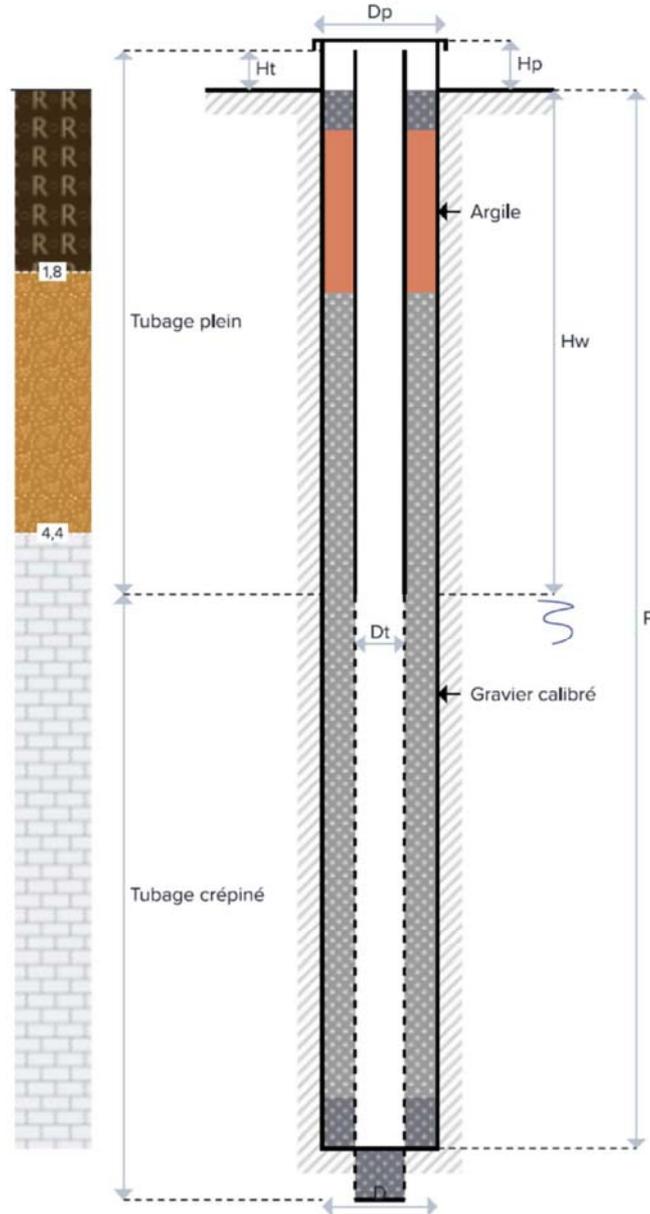
Cadenas Non

Bouche à clef Non

Regard béton Non

Diamètre protection D_p 100,0 mm

Hauteur hors sol H_p 0,5 m



PZ15		Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau									
				+7,14 m (NGF)	0,0°	11,0 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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					eau	tailant rotoperçusion 115mm	Roto-perçusion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert					
	1		1,8 m													
5,34	2		Sables caillouteux marron clair									4,6 m	eau	tailant rotoperçusion 115mm	Roto-perçusion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	3															
	4															
	5															
	6															
	7	7,3 m												7,5 m		
-0,16	8		Craie blanche à silice													
	9															
	10											11 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
 Le 06/09/21 - Niveau d'eau à 4,33 m
 Le 20/09/21 - Niveau d'eau à 4,75 m

www.soilcloud.fr

PZ15	Élévation +7,14 m (NGF)	Profondeur atteinte 11,0 m	Angle 0,0°	Machine SD70.8	Niveau d'eau <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> Stabilisé
Données PZO-PZ_15	Type Piézomètre ouvert	Début 24/08/2021	Fin 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

<input checked="" type="checkbox"/> 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

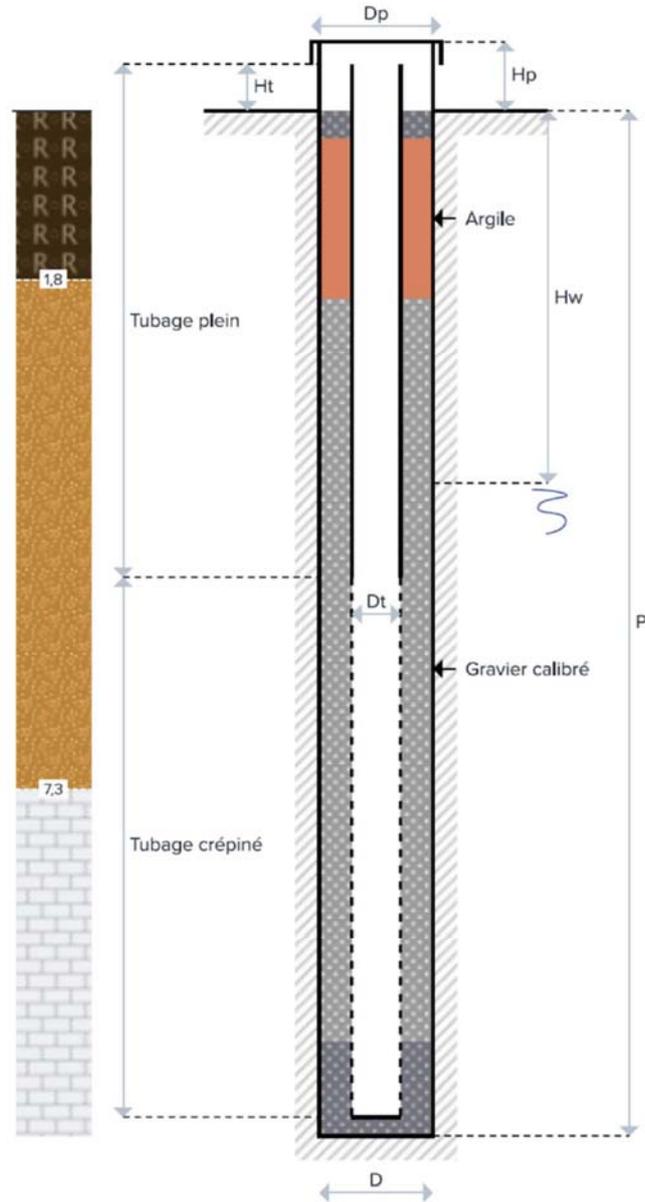
Bouchon de fond	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m

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	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Cadenas	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouche à clef	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Regard béton	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Diamètre protection	D _p	100,0 mm
Hauteur hors sol	H _p	0,0 m



PZ16		Longitude	Latitude	Élévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau				
				+8,24 m (NGF)	0,0°	5,5 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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	Équipement
8,24	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé					eau	Taille rotoperçusion diam 115 mm	Rot-perçusion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	1		1,7 m								
6,54	2		Remblais : Sables caillouteux marron foncé							5 m	5 m
	3		4,2 m								
4,04	4		Craie gris/beige								
	5		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

PZ16	Élévation +8,24 m (NGF)	Profondeur atteinte 5,5 m	Angle 0,0°	Machine SD70.8	Niveau d'eau <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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

<input checked="" type="checkbox"/> PVC		
Diamètre intérieur	D _i	45,0 mm
Diamètre extérieur	D _e	52,0 mm
Crépines	Fente	1,0 mm
	De	2,5 à 5,0 m

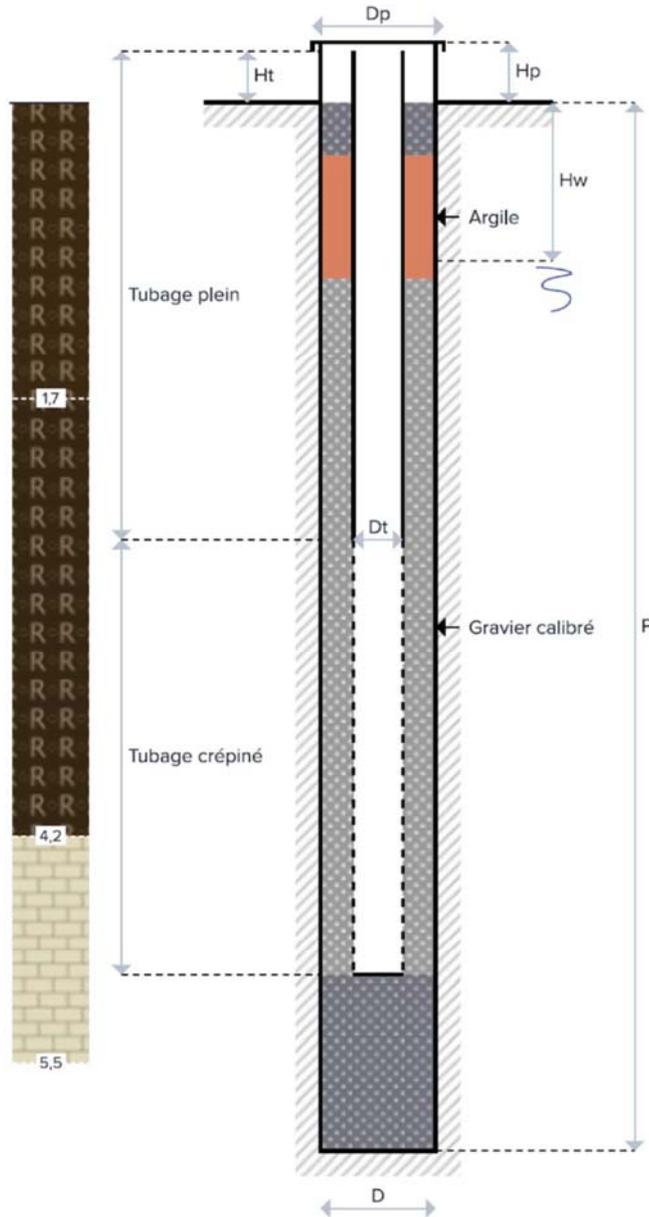
Bouchon de fond	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Hauteur hors sol	H _t	0,3 m

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	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Cadenas	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouche à clef	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Regard béton	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Diamètre protection	D _p	100,0 mm
Hauteur hors sol	H _p	0,35 m



PZ17		Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau				
				+6,92 m (NGF)	0,0°	5,5 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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				0.3 m	eau	Taillant rotoperçusion diam 115 mm	Roto-perçusion diam 120-140 mm	piézomètre ouvert
	1										
	2		2,6 m								
4.32	3		Sables graveleux marron clair								
	4		4,3 m								
2.62	5		Craie blanche à silex				5 m			5 m	
	5		5,5 m				5 m				
1,42											
<p>¹ Certainement influencé par le fluide de forage injecté - Niveau d'eau en fin de forage le 20/08/21 à 0,3 m</p> <p>² Le 06/09/21 - Pas d'eau jusqu'à 5,5 m</p>											
www.soilcloud.fr											

PZ17

Elévation
+6,92 m (NGF)

Profondeur atteinte
5,5 m

Angle
0,0°

Machine
SD70.8

Niveau d'eau
 Néant Non mesuré Stabilisé

Données
PZO-PZ_17

Type
Piézomètre ouvert

Début
20/08/2021

Fin
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

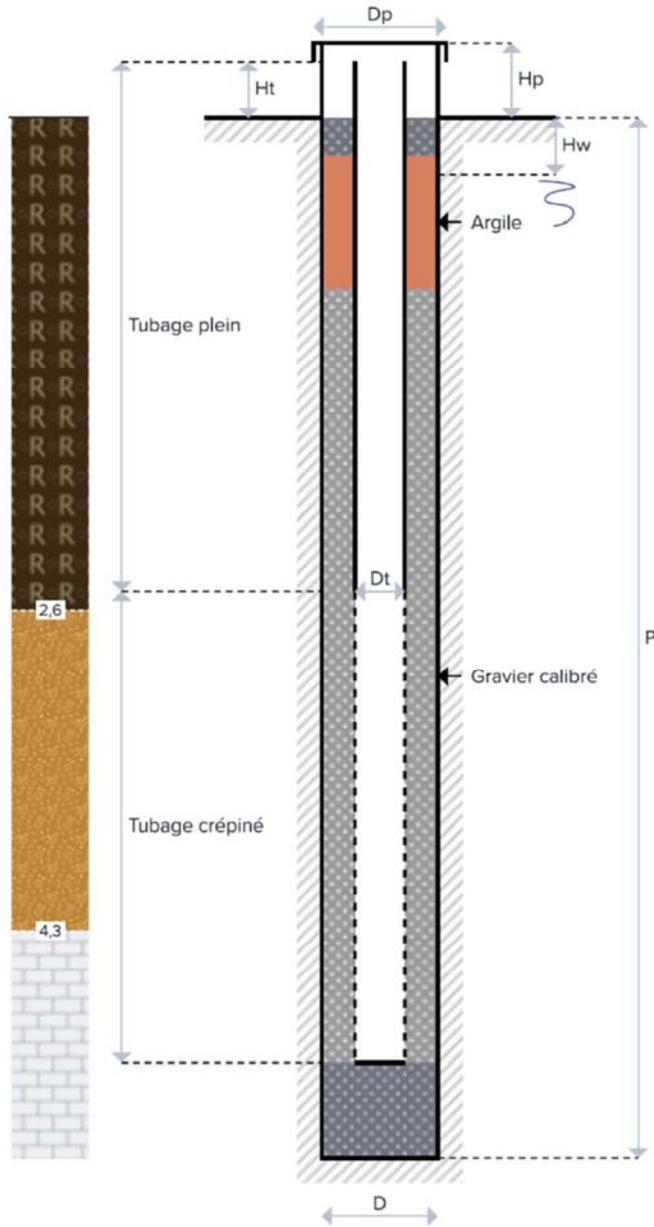
Bouchon de fond Oui
Hauteur hors sol H_t 0,3 m

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		Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau				
				+6,48 m (NGF)	0,0°	5,5 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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					Eau	Taillant rotoperçusion diam 115 mm	Roto-perçusion diam 120-140 mm	Piézomètre ouvert
5,88	1		Remblais caillouteux sableux gris foncé								
4,28	2		2,2 m								
2,98	3		Remblais : argiles sablo-caillouteuses marron foncé à noires								
	4		3,5 m								
	5	Sables graveleux marron clair				4 m			5 m	5 m	
0,98											

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

PZ18

Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau	
+6,48 m (NGF)	5,5 m	0,0°	SD70.8	<input type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré
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

<input checked="" type="checkbox"/> 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

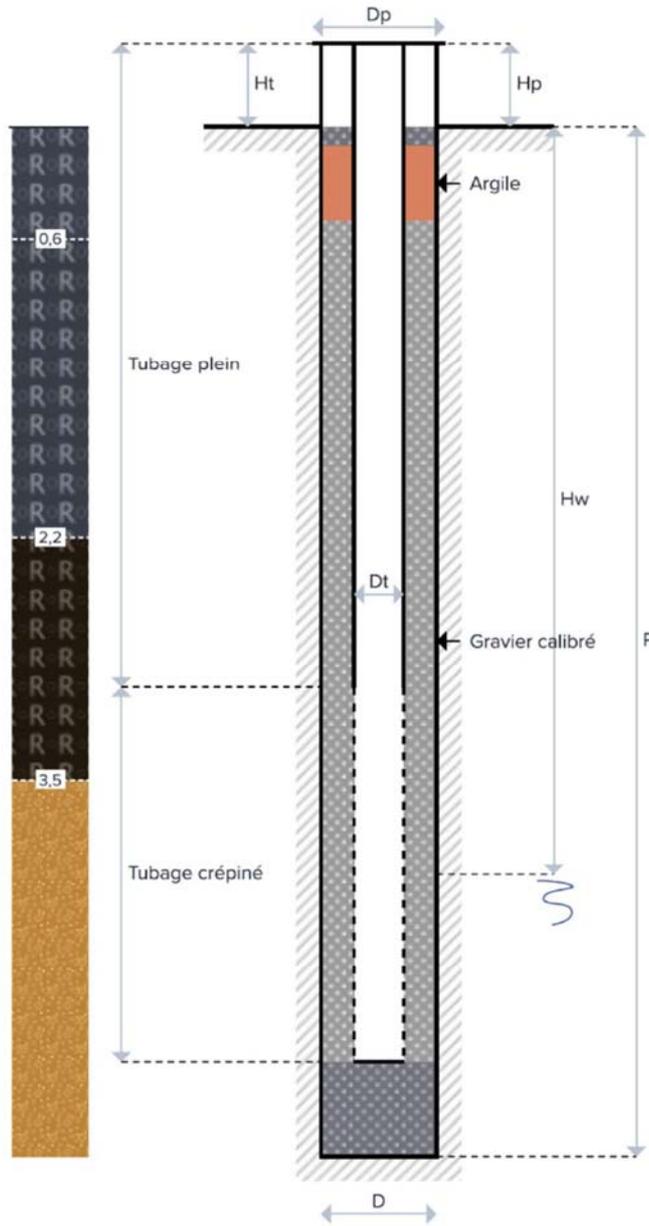
<input checked="" type="checkbox"/> Oui		
Hauteur hors sol	H _t	0,0 m

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	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Cadenas	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouche à clef	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Regard béton	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Diamètre protection	D _p	100,0 mm
Hauteur hors sol	H _p	0,45 m



PZ23		Longitude	Latitude	Élévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau			
				+7,43 m (NGF)	0,0°	10,5 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> Stabilisé			
Début			Fin		Machine	Opérateur				
15/09/2021			15/09/2021		SD70.8	MICHALEC Freddy				
Elévation	Prof.	Lithologie	Description				Niveau d'eau	Fluides	Outils	Équipement
7,43	0		Remblais argilo-caillouteux marron foncé				▼ 2,1 m	Eau	Taillet rotoperçusion diam 115 mm	Piézomètre PVC diam 45/52 mm crépiné de 5 à 10 m avec bouchon de fond
	1		1,6 m							
5,83	2		Sable et graviers marron clair				▼ 2			
	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										

PZ23	Élévation +7,43 m (NGF)	Profondeur atteinte 10,5 m	Angle 0,0°	Machine SD70.8	Niveau d'eau <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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_i 45,0 mm
Diamètre extérieur D_e 50,0 mm
Crépines Fente 0,5 mm
De 5,0 à 10,3 m

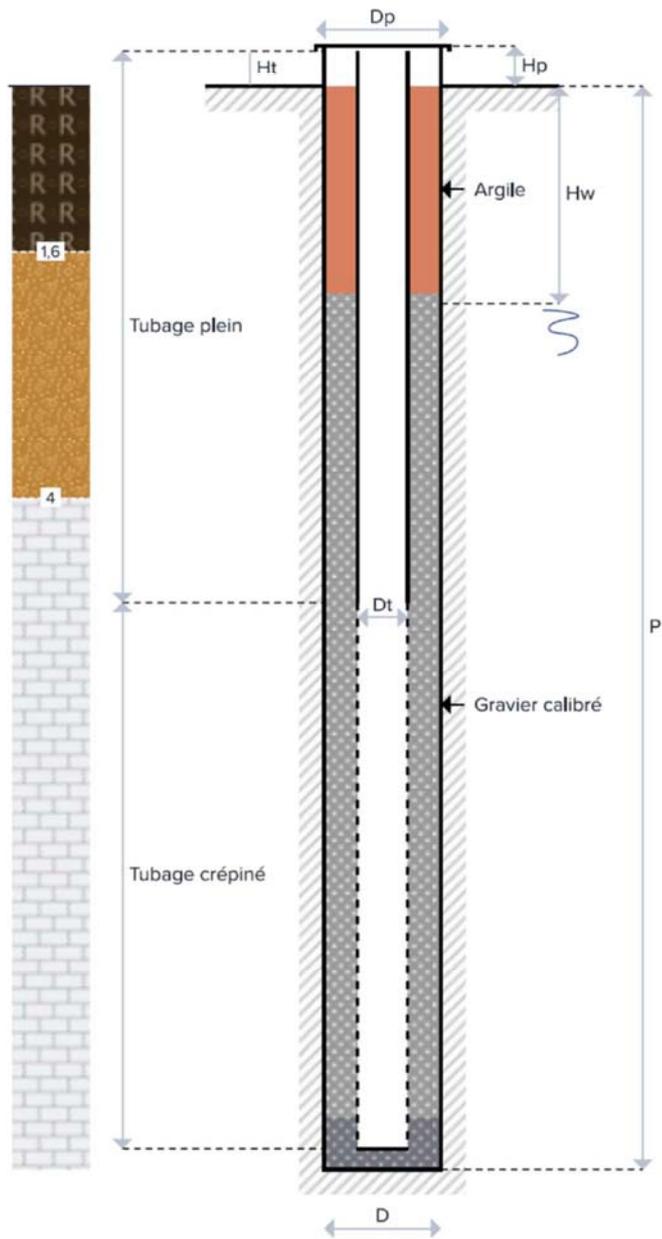
Bouchon de fond Oui
Hauteur hors sol H_t 0,35 m

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		Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau			
				+7,18 m (NGF)	0,0°	6,0 m	<input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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					Eau	Tailleant rotoperçussion diam 115 mm	Piézomètre PVC diam 45/52 mm cripiné de 2 à 5.5 m avec
	1		1,6 m							
5,58	2		Sable et graviers marron clair							
	3									
	4									
	5									
1,18	6	6 m				6 m	6 m	5,5 m		

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

PZ24	Élévation +7,18 m (NGF)	Profondeur atteinte 6,0 m	Angle 0,0°	Machine SD70.8	Niveau d'eau <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> 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

<input checked="" type="checkbox"/> 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

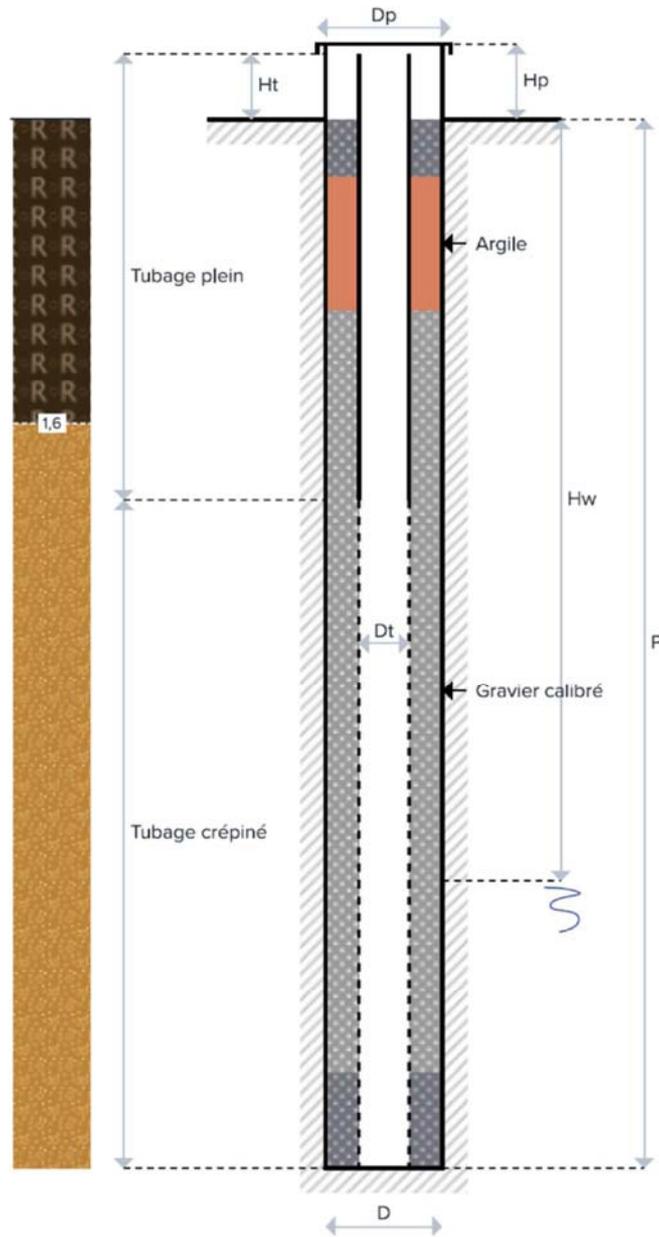
Bouchon de fond	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Hauteur hors sol	H _t	0,35 m

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	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	
Cadenas	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Bouche à clef	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Regard béton	<input checked="" type="checkbox"/> Non	
Diamètre protection	D _p	100,0 mm
Hauteur hors sol	H _p	0,4 m





www.groupefondasol.com

VOTRE AGENCE

Cellule Hydrogéologie Nantes
12 rue Léon Gaumont
44700 ORVAULT

Analyse avis Autorité Environnementale

Réponse à la remarque - Compléter et préciser le dispositif de suivi permettant de garantir l'efficacité et la pérennité des mesures en définissant des indicateurs de suivi, des valeurs cibles et des mesures correctives le cas échéant

Effets permanents étudiés dans l'étude d'impact	Thématiques	Hiérarchisation des enjeux identifiés dans l'état initial	Mesures ERC en phase exploitation				Acteurs										Impacts résiduels	Périmètre d'application				
			Eviter	Réduire	Compenser	Accompagner	AMO DD	Aménageur	MOE Urbaine - Architecte/Urbaniste	MOE Urbaine - Paysagiste	MOE Urbaine - VRD	Ecologie	Acousticien	Opérateur	Métropole Rouen Normandie	Ville			Syndics de copropriété			
																				Périmètre spatial et temporel		
Effets permanents des conditions climatiques sur les habitants et usagers du site	Ilot de chaleur urbain	Fort																Après avoir pris en compte : l'orientation des bâtiments (permettant d'optimiser les apports naturels, lumineux et calorifiques, du soleil), après avoir optimiser la disposition des logements (favoriser des logements à double-orientation) et après avoir adapté la conception des façades (dimensionnement optimisé des surfaces vitrées, protections solaires intérieures et/ou extérieures etc.), les impacts résiduels sont qualifiés comme faibles .	- Echelle urbaine : -> une étude d'ensoleillement -> rédaction d'un cahier de recommandations et de prescriptions urbaines, architecturales, paysagères et environnementales pour la conception des logements - Echelle à la parcelle : -> Rédaction d'un Cahier de prescriptions environnementales pour la conception et la réalisation des logements (CPEDD) -> Analyse des permis de construire des logements et des Dossiers Consultatifs des Entreprises (DCE) par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable	- Echelle urbaine : déjà réalisé - Echelle à la parcelle : -> Rédaction d'un Cahier de prescriptions environnementales pour la conception et la réalisation des logements - en cours de finalisation -> Analyse des PC : T4 2022 / T1 2023 -> Analyse des DCE : T3 2023		
																			Le CPEDD recommande le déploiement de toitures végétalisées Le projet prévoit d'implanter des espaces végétalisés en toiture. Les épaisseurs de terre et les dimensionnements de ces espaces seront arbitrés en fonction de plusieurs paramètres annexes : biodiversité, gestion des eaux pluviales, production énergétique via l'implantation de panneaux solaires etc. L'implantation de toitures végétalisées à un impact sur le bilan carbone de l'opération (impact carbone induit par l'apport de matériaux). Mais celui-ci est compensé par les services urbains remplis par cet apport de terre (dont la lutte contre la lutte contre les îlots de chaleur urbains). Ainsi, les impacts résiduels sont considérés comme faibles .	- Echelle à la parcelle : Analyse des permis de construire des logements et des DCE par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable Il appartient aux copropriétés (parcelles privées) et au bailleur O.P.H (logements sociaux) d'organiser la gestion de ces espaces dans le temps. Ces toitures végétalisées, remplissant des fonctionnalités urbaines, ne pourront être remplacées par une surface imperméable dans le temps	- Echelle à la parcelle : -> Analyse des PC : T4 2022 / T1 2023 -> Analyse des DCE : T3 2023	
																				Que ce soit pour les espaces privés ou publics, il est recommandé de déployer des perméables autant que possible (pour les cheminements notamment). Les espaces imperméables sont réduits à leur minimum, notamment pour : -> le déploiement d'une voie échelle (voie pompiers), obligatoire pour des questions de réglementation incendie. -> aménagement de sol souple pour les jeux pour enfants Le projet ne prévoit pas de circulation automobile pour les particuliers et la collecte des déchets se fera par les rues adjacentes au projet. Aussi, le projet prévoit d'implanter des espaces végétalisés et perméables. Ainsi, les impacts résiduels sont faibles .	- Echelle des espaces publics : analyse DCE des espaces publics par l'assistant à maîtrise d'ouvrage - Echelle à la parcelle : Analyse des permis de construire des logements et des DCE par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable Concernant les espaces publics, la gestion se fera par les services voiries et espaces verts de la Ville (parc) et de la Métropole (venelles). En revanche, il appartient aux copropriétés (parcelles privées) et au bailleur O.P.H (logements sociaux) d'organiser la gestion des espaces communs sur leur parcelle dans le temps. Les espaces perméables, remplissant des fonctionnalités urbaines, ne pourront être remplacés par une surface imperméable dans le temps	- Echelle des espaces publics : T3 2023 - Echelle à la parcelle : -> Analyse des PC : T4 2022 / T1 2023 -> Analyse des DCE : T3 2023
																				A l'échelle du projet urbain, le projet propose un parc de 1 ha au sein duquel, de nombreux usages différents sont projetés : jeux pour enfants, prairies accessibles, terrasses, espaces dédiés à l'agriculture, programmation culturelle etc. Associés à ces usages, la notice paysagère intégrée au Permis d'Aménager déposé en Mairie intègre de nombreux mobiliers différents : assises et tables, chaises longues, aménagement d'un kiosque public etc. La définition de ces usages et localisation de ces espaces furent adaptées par : - la réalisation d'une étude d'ensoleillement au sein de laquelle, sur les 4 saisons, les ombres portées furent analysées. Cette étude a montré que les espaces communs extérieurs étaient très ensoleillés une large partie de l'année. Aussi, de nombreux usages différents pourront s'y développer. - la réalisation d'une démarche de concertation citoyenne (dès la phase concours) ayant permis de collecter les volontés des citoyens, commerçants, associations et des institutions de la Ville Cette volonté de déployer plusieurs usages au fil des saisons et adaptés à tout type de public, est inscrit au sein de la Charte de Développement Durable. Cependant, la réalité matérielle de ces usages ne peuvent aujourd'hui être pleinement assurée. Cela dépendra de l'appropriation des Rouennais de ces espaces. La Ville, gestionnaire du parc, pourra également, proposer d'autres usages et d'autres manifestations dans le temps. Pour ces raisons, les impacts résiduels sont considérés comme faibles .	- Echelle urbaine : Charte d'objectifs de développement durable (en cours de finalisation) - Echelle des espaces publics : T3 2023 - Echelle à la parcelle : Analyse des permis de construire des logements et des DCE par l'assistant à maîtrise d'ouvrage Concernant les espaces publics, la gestion se fera par la Ville (parc) Au quotidien, en phase exploitation, la Ville pourra mettre en place plusieurs outils (porte-à-porte, plateforme numérique etc.) pour questionner les nouvelles attentes des citoyens.	- Echelle à la parcelle : -> Analyse des PC : T4 2022 / T1 2023 -> Analyse des DCE : T3 2023
																		A l'échelle des parcelles privées, les différents projets prévoient d'être labellisés BiodiverCity. Cette labellisation, en faveur de la biodiversité locale, prévoit de planter à minima 70% d'essences locales. La palette végétale intègre ces éléments tout en proposant une majorité d'essences adaptées au stress hydrique. A ce titre, il n'est pas prévu d'implanter de système d'arrosage pour les espaces verts extérieurs (sauf reprise et sécheresse exceptionnelle). Les différents cahiers de prescriptions reprennent ces éléments. Par ailleurs, le projet paysager est conçu en partenariat avec le Jardin des Plantes. Aussi, cette institution, expérimentée sur l'adaptation des plantes au dérèglement climatique, garantira la pérennité des espaces verts plantés. Enfin, au sein de l'étude faune-flore, l'écologue précise les mesures de suivi à mettre en place. Sur l'ensemble des taxons inventoriés, il est prévu de mettre en place un suivi sur 10 ans, à l'issue des travaux d'aménagement, afin de vérifier la fonctionnalité des aménagements installés sur le site à raison de 4 visites par an (1 en avril, 1 en juin, 1 en juillet 1 en octobre). Concernant les mesures relatives aux chiroptères, détaillées dans le dossier de dérogation « Espèces protégées », il est prévu d'inclure les modalités de suivis suivantes : un suivi sur 30 ans (N+1-2+3 +5+7-10 puis tous les 5 ans jusqu'à N+30) est proposé à l'issue des travaux d'aménagement, à raison de 2 passages par an. Ainsi, les impacts résiduels sont faibles .	- Echelle des espaces publics : analyse DCE des espaces publics par l'assistant à maîtrise d'ouvrage - Echelle à la parcelle : Analyse des permis de construire des logements et des DCE par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable Concernant les espaces publics, la gestion se fera par les services voiries et espaces verts de la Ville (parc) et de la Métropole (venelles). Un suivi sur 30 ans sera réalisé. En revanche, il appartient aux copropriétés (parcelles privées) et au bailleur O.P.H (logements sociaux) d'organiser la gestion des espaces verts sur leur parcelle dans le temps.	- Echelle des espaces publics : T3 2023 - Echelle à la parcelle : -> Analyse des PC : T4 2022 / T1 2023 -> Analyse des DCE : T3 2023		

Effets permanents étudiés dans l'étude d'impact	Thématiques	Hiérarchisation des enjeux identifiés dans l'état initial	Mesures ERC en phase exploitation				Acteurs										Impacts résiduels	Périmètre d'application	
			Eviter	Réduire	Compenser	Accompagner	AMO DD	Aménageur	MOE Urbaine - Architecte/Urbaniste	MOE Urbaine - Paysagiste	MOE Urbaine - VRD	Ecologue	Acousticien	Opérateur	Métropole Rouen Normandie	Ville			Syndics de copropriété
Effets permanents sur les eaux superficielles de ruissellement	Eaux superficielles	Nul																<p>Le projet prévoit une gestion intégrée des eaux pluviales avec un rejet à débit limité pour une pluie d'occurrence centennale, selon des techniques alternatives. Celles-ci prévoient un abatement des eaux pluviales au plus près de leur point de chute par des espaces verts. Ces techniques privilégient la diffusion au lieu de la concentration. De par sa conception, la gestion des eaux pluviales de l'opération va permettre de diminuer le risque de surcharge des réseaux et le risque d'inondation.</p> <p>Par ailleurs, la gestion des eaux pluviales à la source, au plus proche du lieu de précipitation, permet de limiter la charge polluante des eaux de ruissellement.</p> <p>C'est bien l'association de la plante et des microorganismes du sol qui favorise le traitement des polluants.</p> <p>Ainsi, les impacts résiduels sont faibles.</p>	<p>-Échelle urbaine :</p> <ul style="list-style-type: none"> -> en phase travaux : réaliser la réalisation des ouvrages hydrauliques (noues, espaces verts creux, ...) et du pré-verdissement en début de chantier afin de bloquer en amont les polluants et de livrer une opération entièrement végétalisée. -> prévoir une visite de contrôle de l'ensemble des ouvrages de la zone après un événement pluvieux décennal (Collectivités publiques) <p>- Noues et espaces verts creux :</p> <ul style="list-style-type: none"> -> les noues et espaces verts creux doivent être tondus mécaniquement 5 à 6 fois par an ; -> l'enrochement des arrivées d'eau et l'exhaussement des ouvrages annexes (boîtes, ...) par rapport au fil d'eau nécessitent ponctuellement le passage d'un rotofil (même fréquence) ; -> l'arrosage, le ramassage de feuilles et des débris doivent être effectués aussi souvent que nécessaire, suivant les saisons ; -> il est déconseillé de réaliser le désherbage de manière chimique (apport d'éléments polluants au sein des milieux récepteurs naturels) ; -> pour les noues et espaces verts creux plantés d'hélophytes, un fauchage au minimum annuel sera nécessaire au maintien des formations végétales ; -> une intervention sur les plantations proprement dites est à envisager chaque année. Il faut d'une part veiller à couper les parties mortes des plantes, afin de limiter l'envasement des noues au début de l'été, et d'autre part, d'arracher les plantes envahissantes ; -> le nettoyage des ouvrages annexes (grille...) doit être effectué aussi souvent que nécessaire (curage des ouvrages dès 20% de dépôt) <p>- Ouvrages hydrauliques « classiques » : ouvrages d'assainissement traditionnel appartenant à l'ingénierie classique (bouches avaloirs, les regards, les canalisations etc.)</p> <p>Le nettoyage de ces ouvrages doit être effectué aussi souvent que nécessaire. Il est notamment très important de :</p> <ul style="list-style-type: none"> -> inspecter les orifices d'arrivée et de sortie d'eau en fonction des tontes et des événements pluvieux importants ; -> nettoyer si besoin en enlevant les embâcles et en curant les atterrissements ; -> inspecter les boîtes de branchement et les regards tous les six mois ; -> nettoyer si besoin en curant les fonds de décantation de ces ouvrages ; -> contrôler les mauvais branchements. <p>La majeure partie des dispositifs de gestion des eaux pluviales sont mis en œuvre à ciel ouvert. Leur entretien ne sera que très peu différent de l'entretien d'un espace vert « classique ».</p> <p>Par ailleurs, les notes de calcul, plans, localisations, entretien, gestion et prescriptions particulières concernant les ouvrages hydrauliques (principalement les échelles d'eau) seront fournis aux futurs acquéreurs/gestionnaires et joints à l'acte notarié.</p> <p>Un livret d'accueil et de fonctionnement du site sera remis aux futurs gestionnaires (copropriétés et aux Collectivités au moment de la rétrocession des espaces publics)</p>
Effets permanents sur les eaux souterraines	Vulnérabilité hydrogéologique	Fort																<p>Dans le cadre de la stratégie de gestion des eaux pluviales, l'ensemble des eaux de pluie est acheminé vers le parc central (prairie et mare écologique) par un fonctionnement gravitaire.</p> <p>Le chemin de l'eau est mis en valeur par les associations végétales qui l'accompagnent.</p> <p>Au niveau du parc central, au niveau de la mare et au sud-ouest de la prairie, est conçue une zone inondable.</p> <p>Au sein de cette zone inondable, le Permis d'Aménager (PA) intègre une notice paysagère qui prévoit, pour la mare, des plantes indigènes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des hélophytes contribuant à jouer un rôle de filtre physique et chimique tout au pourtour de la mare - des plantes hydrophytes adaptées à être immergées - des essences de type mégaphorbiale ayant un rôle pour l'acheminement des eaux pluviales. <p>Ainsi, les impacts résiduels sont considérés comme faibles.</p>	<p>Entretien des noues plantées servant à la gestion des eaux pluviales par la Métropole (en charge de l'entretien des venelles) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les mélanges de vivaces (40%) et graminées (60%) doivent faire l'objet de 1 à 2 fauches par an (Mai et Octobre). Ces fauches interviennent après la montée en graines de végétation pour assurer le rajeunissement naturel et leur renouvellement. Pendant les 2 premières années, un désherbage manuel est réalisé une fois par an (Mars) - Afin d'éviter le colmatage dans les fossés de gestion des eaux pluviales, -> prévoir (fauchage, ramassage des feuilles) une fois par an (automne) et arrosage manuel ponctuel lors des fortes sécheresses -> prévoir un entretien curatif une fois tous les 5 ans.
	Risque de remontée de nappe	Modéré																<p>Une étude hydrogéologique du terrain a été menée en mars 2022 afin d'assurer un suivi piézométrique de la nappe présente à faible profondeur au droit du site du projet. D'après cette étude il existe un risque de remontée de nappe. Des cuvelages seront certainement nécessaires pour les sous-sol des lots privés.</p> <p>Toutefois, des essais de perméabilité ont été réalisés en avril 2021. Les valeurs de perméabilité mesurées sont relativement homogènes et indiquent une bonne capacité des sols à infiltrer.</p> <p>Ainsi, les impacts résiduels sont considérés comme modérés.</p>	<p>Avant le dépôt des Permis de Construire (T1 2023), une analyse de PC devra être faite par le BET VRD</p>
																		<p>Les mesures relatives aux chiropêtres, détaillées dans le dossier de dérogation « Espèces protégées » incluent les modalités de suivi suivantes :</p> <p>Le dossier de demande de dérogation espèces protégées pour la destruction d'habitat d'espèces protégées est en cours de finalisation.</p> <p>Des mesures de compensation sont nécessaires pour répondre à l'incidence du projet sur la colonie de Chiropêtres présente dans le bâti. Ces mesures seront reprises et développées au sein du dossier de dérogation.</p> <p>Ainsi, les impacts résiduels sont considérés comme modérés.</p>	<p>Les données disponibles étant limitées sur la colonie de Pipistrelle commune présente actuellement au sein du bâtiment D, il serait pertinent d'avoir un suivi régulier comme suit : N+1+2+3+5+7+10 puis tous les 5 ans jusqu'à N+30. Chaque campagne annuelle sera constituée de 2 passages minimum.</p> <p>Lors des campagnes, les prospections nocturnes se feront aux périodes favorables d'observation des colonies et le comptage pourra se faire par photo-comptage. Les écoutes se feront de manière actives et passives. Un rapport sera rédigé à l'issue de chaque campagne d'investigation.</p>
																		<p>A l'échelle des PC, intégrer les prescriptions relatives à la création de biotope artificiel pour accueillir des colonies de Chiropêtres et autres espèces faunistiques.</p> <p>Par ailleurs, tout au long de l'opération, le maître d'ouvrage est accompagné par un Assistant à Maîtrise d'Ouvrage en écologie afin de garantir une meilleure efficacité des opérations menées et d'ajuster les mesures en fonction des contraintes environnementales découvertes au fur et à mesure du projet.</p> <p>Cette assistance se décomposera en 3 phases :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phase de calage : assistance à la rédaction du cahier des charges des travaux à destination des entreprises (accompagnement phase DCE) ; - Phase de chantier : le prestataire sera chargé de contrôler la bonne réalisation du chantier par des visites de chantier. Un compte-rendu devra être établi à la suite de chacune de ces visites. - Mise en œuvre des mesures ERC : participation d'un.e expert écologue qui conseille le maître d'œuvre d'un point de vue technique sur les aménagements paysagers et la mise en œuvre des biotopes artificiels. <p>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'écarts.</p> <p>Enfin, afin de vérifier la fonctionnalité des aménagements installés sur le site de Rouen et au vu des espèces et habitats protégés impactés par le projet, un suivi sur 30 ans 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</p>	
																		<p>Le projet prévoit la plantation de 290 arbres à l'échelle de l'opération urbaine. Dans une optique de résilience et d'adaptation aux tendances actuelles de réchauffement climatique, la palette végétale dans son ensemble est composée d'essences supportant la chaleur et le stress hydrique.</p> <p>Ainsi, les impacts résiduels sont considérés comme nuls.</p>	
																		<p>La mare est développée en tenant compte des différentes prescriptions en faveur de la biodiversité. L'ensemble des essences de la palette végétale est indigène.</p> <p>Au sein de cette zone inondable, le Permis d'Aménager (PA) intègre une notice paysagère qui prévoit, pour la mare, des plantes indigènes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des hélophytes - des plantes hydrophytes adaptées à être immergées - des essences de type mégaphorbiale ayant un rôle pour l'acheminement des eaux pluviales. <p>Cette mare fonctionnera principalement grâce à l'apport pluvial issu de l'ensemble des surfaces foncières du projet. Aussi, cette mare contribuera à stocker et filtrer les eaux pluviales et ainsi, renaturer les sols.</p> <p>Ainsi, les impacts résiduels sont considérés comme nuls.</p>	<p>Entretien des noues plantées servant à la gestion des eaux pluviales par la Métropole (en charge de l'entretien des venelles) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les mélanges de vivaces (40%) et graminées (60%) doivent faire l'objet de 1 à 2 fauches par an (Mai et Octobre). Ces fauches interviennent après la montée en graines de végétation pour assurer le rajeunissement naturel et leur renouvellement. Pendant les 2 premières années, un désherbage manuel est réalisé une fois par an (Mars) - Afin d'éviter le colmatage dans les fossés de gestion des eaux pluviales, -> prévoir (fauchage, ramassage des feuilles) une fois par an (automne) et arrosage manuel ponctuel lors des fortes sécheresses -> prévoir un entretien curatif une fois tous les 5 ans.

Effets permanents étudiés dans l'étude d'impact	Thématiques	Hiérarchisation des enjeux identifiées dans l'état initial	Mesures ERC en phase exploitation				Acteurs										Impacts résiduels	Périmètre d'application			
			Eviter	Réduire	Compenser	Accompagner	AMO DD	Aménageur	MOE Urbaine - Architecte/Urbaniste	MOE Urbaine - Paysagiste	MOE Urbaine - VRD	Ecologie	Acousticien	Opérateur	Métropole Rouen Normandie	Ville		Syndics de copropriété	Périmètre spatial et temporel		
Effets permanents sur le trafic, la circulation et le stationnement	Stationnement	Fort																	<p>L'ambition du projet est de développer les mobilités actives et, propose, en ce sens, un quartier 100% piéton.</p> <p>Cette ambition est corrélée à l'offre importante en transport en commun à proximité immédiate du quartier.</p> <p>Enfin, le projet propose un nombre de place de stationnement inférieur à 1 place par logement. L'aménagement des parkings souterrains sont mutualisés entre les différents lots.</p> <p>Aussi, les impacts résiduels sont évalués comme modérés.</p>	<p>En concertation avec la Ville et l'O.P.H, l'aménageur étudiera la faisabilité d'implanter un parking mutualisé.</p> <p>Cette étude nécessitera de connaître plus en détails la programmation des rez-de-chaussée.</p> <p>A ce jour, il n'est pas possible de se prononcer sur l'aménagement d'un parking mutualisé.</p>	
																				<p>Le Cahier de Prescriptions Environnementales et de Développement Durable (CPEDD) impose d'agencer 100% des locaux vélos à rez-de-chaussée.</p> <p>A ce jour, en raison d'altitude et de nivellement différencié, un local vélo sera potentiellement agencé sur un demi-niveau souterrain. Pour y accéder depuis l'extérieur aisément, des équipements seront mis en place : rampe, ascenseur suffisamment dimensionné pour pouvoir entrer un vélo etc.</p> <p>Par ailleurs, il est prévu que ces locaux vélos soient équipés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - D'un coin atelier délimité au sol avec un établi de base avec quelques outils génériques - D'une arrivée d'eau - D'une station de gonflage des pneus <p>Aussi, les impacts résiduels sont évalués comme faibles.</p>	<p><u>Echelle à la parcelle :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> --> Rédaction d'un Cahier de prescriptions environnementales pour la conception et la réalisation des logements (CPEDD) --> Analyse des permis de construire des logements et des Dossiers Consultatifs des Entreprises (DCE) par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable <p><u>Echelle à la parcelle :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> --> Rédaction d'un Cahier de prescriptions environnementales pour la conception et la réalisation des logements - en cours de finalisation --> Analyse des PC : T4 2022 / T1 2023 --> Analyse des DCE : T3 2023
																					<p>Au sein du Cahier des Recommandations Urbaines, Architecturales, Paysagères et Environnementales et de la Notice paysagère, intégrés au Permis d'Aménager déposé en Marie, il est bien prévu de déployer des arceaux à vélo en structure métallique galvanisée. Le dimensionnement de ces arceaux n'est pas encore arrêté.</p> <p>Cette exigence sera intégrée au cahier des charges des espaces publics.</p> <p>Aussi, les impacts résiduels sont évalués comme nuls.</p>	Echelle des espaces publics : --> rédaction du cahier des charges des espaces publics - T1 2023 --> analyse des DCE des espaces publics par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable - T3 2023
Effets permanents sur la santé publique	Ambiance sonore	Faible																	<p>Dans le cadre du projet urbain, une étude acoustique a été réalisée.</p> <p>Cette étude a permis de mettre en évidence que le site était exposé à 2 infrastructures contraignantes : avenue de la Libération et la rue Saint-Julien. Ces infrastructures de transport sont classées de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avenue de la Libération (D938) – catégorie 4 – Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure : 30 m - Rue Saint-Julien – catégorie 3 – Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure : 100 m <p>Le trafic routier sur ces 2 voiries impactent le confort sonore du projet.</p> <p>D'après cette étude acoustique, les commerces et leurs équipements au rez-de-chaussée et le parc n'auront pas d'impact sonore significatif.</p> <p>Le traitement des façades devra à minima respecter les niveaux d'isolement réglementaires exigés (voir schéma transmis dans le mémoire de réponse complet).</p> <p>Ainsi, les impacts résiduels sont considérés comme faibles.</p>	<p>Pour les façades les plus exposées (lot Santorin, Lot Saint-Julien, et en partie le Macro-lot D), les équipes de conception des lots devront intégrer un acousticien.</p> <p>L'analyse des permis de construire des logements de ces lots en particulier et des Dossiers Consultatifs des Entreprises (DCE) par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable permettra de confirmer le respect des exigences réglementaires.</p> <p>A la réception des logements, des contrôles pourront être réalisés pour attester de l'isolation acoustique des logements.</p>	
																				<p>L'étude acoustique réalisée à l'échelle urbaine a donné des premières pistes d'action permettant d'améliorer le confort acoustique au sein des logements.</p> <p>Pour les façades les plus exposées aux contraintes sonores émanant de la rue Saint-Julien et l'avenue de la Libération, plusieurs pistes seront étudiées par l'acousticien et les équipes de maîtrise d'œuvre.</p> <p>Par ailleurs, le projet est intégré à une Zone de protection du monument historique. Un Architecte des Bâtiments de France (ABF) est alors consulté pendant la conception des lots, le montage et l'instruction des autorisations d'urbanisme.</p> <p>Ainsi, les impacts résiduels sont considérés comme faibles.</p>	<p>Pour les façades les plus exposées (lot Santorin, Lot Saint-Julien, et en partie le Macro-lot D), les équipes de conception des lots devront intégrer un acousticien.</p> <p>Des échanges réguliers ont lieu avec l'ABF au sujet des volumétries et des matériaux de façade. Son avis est consultatif. Cependant, dans le cadre des autorisations administratives, les matériaux de façade devront être validés par la Ville.</p> <p>L'analyse des permis de construire des logements de ces lots en particulier et des Dossiers Consultatifs des Entreprises (DCE) par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable permettra de confirmer le respect des exigences réglementaires.</p> <p>A la réception des logements, des contrôles pourront être réalisés pour attester de l'isolation acoustique des logements.</p>
																					<p>Pour les espaces publics et les espaces privés, le projet prévoit une gestion intégrée des eaux pluviales avec un rejet à débit limité à 2l/s/ha pour une pluie d'occurrence centennale, selon des techniques alternatives.</p> <p>Celles-ci prévoient un abatement des eaux pluviales au plus près de leur point de chute par des espaces verts. Ces techniques privilégient la diffusion au lieu de la concentration. De par sa conception, la gestion des eaux pluviales de l'opération va permettre de diminuer le risque de surcharge des réseaux et le risque d'inondation.</p> <p>A l'échelle de chaque lot, plusieurs solutions seront étudiées par le VRD et les équipes de maîtrise d'œuvre (architecte et paysagiste) : toitures végétalisées, bassin de rétention à ciel ouvert en cœur d'îlot, sols perméables etc.</p> <p>Au sein des PC et du DCE, le VRD devra fournir une notice hydraulique présentant les solutions retenues et les calculs de dimensionnement. Ces solutions seront intégrées au plan paysager.</p> <p>Ainsi, les impacts résiduels sont faibles.</p>	Echelle des espaces publics : --> rédaction du cahier des charges des espaces publics - T1 2023 --> analyse des DCE des espaces publics par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable - T3 2023 Echelle à la parcelle : --> Rédaction d'un Cahier de prescriptions environnementales pour la conception et la réalisation des logements (CPEDD) --> Analyse des permis de construire des logements et des Dossiers Consultatifs des Entreprises (DCE) par l'assistant à maîtrise d'ouvrage développement durable Echelle à la parcelle : --> Rédaction d'un Cahier de prescriptions environnementales pour la conception et la réalisation des logements - en cours de finalisation --> Analyse des PC : T4 2022 / T1 2023 --> Analyse des DCE : T3 2023
Effets permanents sur les réseaux d'eau	Réseau d'eau pluviale	Modéré																	<p>Mettre en place une gestion alternative des eaux pluviales des espaces publics pour répondre aux pluies d'occurrence centennale.</p> <p>Mettre en place une gestion des eaux pluviales à la parcelle pour répondre aux pluies d'occurrence centennale.</p> <p>Elaborer et fournir aux gestionnaires (public et privés) un carnet de gestion des noues, des espaces verts en creux et autres ouvrages de gestion des eaux pluviales sera réalisé et fourni aux gestionnaires (publics et privés).</p>	<p>Avant la livraison des espaces publics et des programmes immobiliers, un carnet de gestion sera réalisé par le VRD intégré à la Maîtrise d'œuvre urbaine aux différents gestionnaires (Collectivités et syndics de copropriété).</p> <p>Ce carnet de gestion intégrera les premiers éléments intégrés au Dossier Loi sur l'Eau et fera le lien avec la gestion paysagère différenciée des différents espaces verts.</p> <p>Ainsi, les impacts résiduels sont nuls.</p>	



Un monde durable n'émergera pas sans vous

Nous vous y aidons



Etude d'Approvisionnement Energétique « Le Jardin des Pépinières » Rouen (76)

08/11/2022

Référence du document	Rouen – Etude d’approvisionnement en énergie V.2	
Distribution	MOA/MOA	
Version | Date	V.2	08/11/2022
Rédigé par	Mario Cisneros	
Vérifié par	Stéphane Pawlak, Mathieu Kerrien	
Historique des versions	V2 – Actuelle : Mise à jour V1 : Version initiale	

Sommaire

1.	Introduction, contexte et objectifs.....	4
	Contexte de l’opération	4
	Objectifs du document	5
	Présentation des objectifs	6
2.	Synthèse des résultats.....	9
3.	Etude d’opportunité.....	13
1.1.	Synthèse	13
1.2.	Etude d’opportunité détaillée	15
1.3.	Focus RE2020	23
3.1.	Définition des scénarios	24
3.4.	Étude des scénarios d’approvisionnement énergétique	25
3.4.	Hypothèses communes aux scénarios	25
4.1.	Besoins énergétiques	26
4.2.	Scénario 1 (référence) : Chauffage électrique Joule	27
4.3.	Scénario 2 : Chauffage PAC aérothermique et ECS thermodynamique	28
4.4.	Scénario 3 : Chauffage et ECS thermodynamique avec solaire thermique	30
4.5.	Scénario 4 : Réseau de chaleur	32
4.6.	Scénario 5 : Chaufferie biomasse collective	34
5.5.	Etude de rentabilité des systèmes complémentaires	36
5.2.	Panneaux photovoltaïques	36
6.1.	Système de récupération d’énergies sur eaux grises	37
6.	Annexes.....	Erreur ! Signet non défini.
	Analyse des contraintes techniques pour la mise en place d’une chaudière biomasse	Erreur ! Signet non défini.
7.	Présentation de TERAO	38

1. Introduction, contexte et objectifs

Contexte de l’opération

L’opération d’aménagement du site des Jardins des Pépinières est implantée sur la Rive Gauche de la Ville de Rouen, au cœur du quartier Saint-Clément. Ce quartier a entamé depuis quelques années une mutation urbaine. Celle-ci se poursuit par le renouvellement urbain d’ampleur du Jardin des Pépinières.

Le quartier des Pépinières, propriété de l’Office Public de l’Habitat (O.P.H) ROUEN HABITAT était constitué à l’origine de 10 immeubles regroupant 692 logements. Pour des raisons de sécurité, trois immeubles ont été détruits. Aujourd’hui, le site est vide d’occupants à la suite de la procédure de relogement achevée en 2018. Les sept immeubles restants vont être démolis afin de développer une opération d’aménagement d’ensemble.

Au regard de la localisation stratégique du site dans un quartier urbain dynamique, l’OPH a engagé réflexion de mutation urbaine et a lancé en juillet 2020 une consultation d’opérateurs (appel à cession). A l’issue de cette consultation, les sociétés COGEDIM et VIRGIL ont été retenues en juin 2021 par ROUEN HABITAT pour acquérir ce site. ROUEN HABITAT conserve une partie du foncier afin d’y développer une offre de logements sociaux.

Les grands objectifs du projet urbain définis par COGEDIM et VIRGIL, en accord avec ROUEN HABITAT, la Ville de Rouen et la Métropole Rouen Normandie sont les suivants :

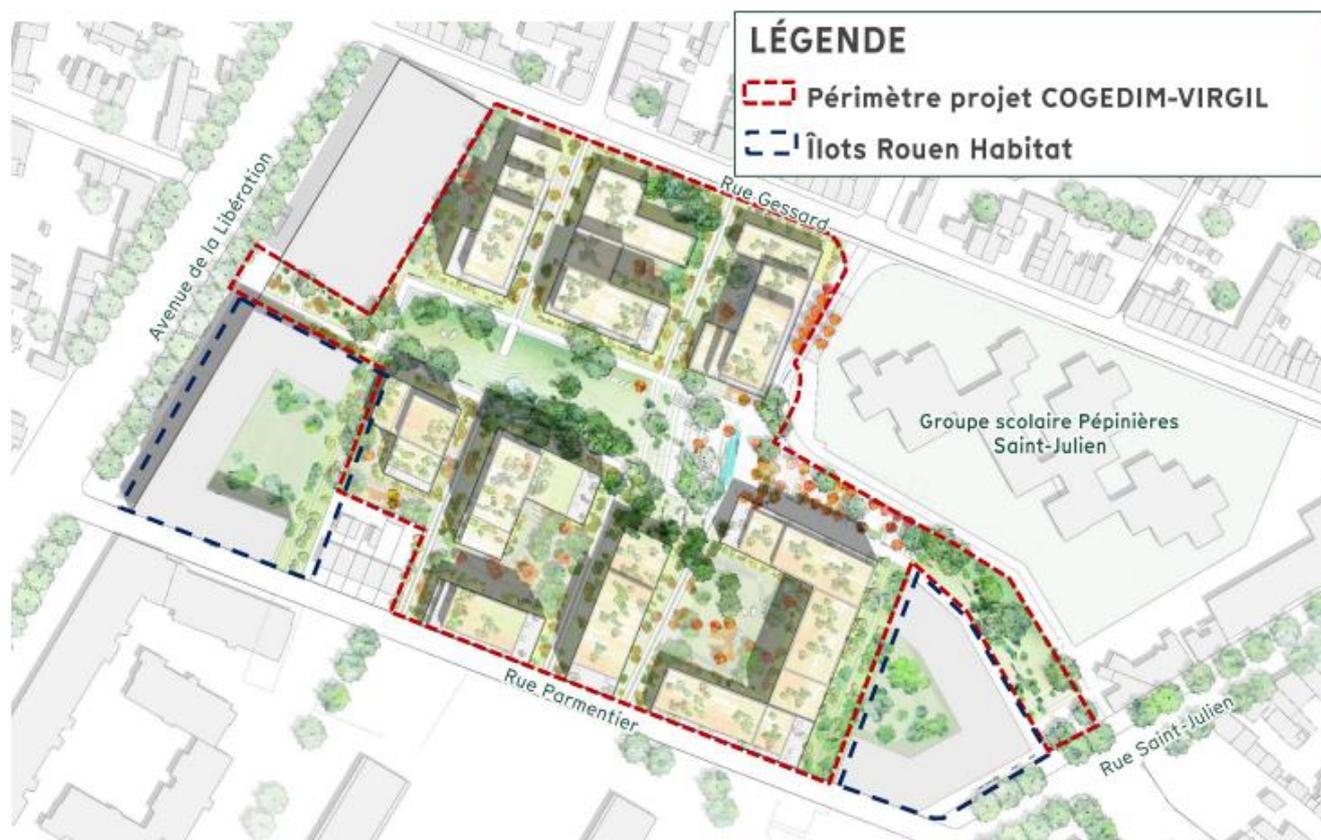
- Développer une programmation immobilière mixte à dominante résidentielle s’insérant dans la vie de quartier et répondant aux objectifs du Programme Local de l’Habitat 2020 – 2025 approuvés le 16 décembre 2020 par la Métropole Rouen Normandie
- Désenclaver l’îlot par l’aménagement d’un quartier paysager, d’espaces ouverts végétalisés, supports de liaisons pour les mobilités actives (piétonnes et cyclables) et s’inscrivant dans le plan de Renaturation de la Ville, garantissant un confort et une qualité de vie
- Aménager de nouvelles formes urbaines et paysagères permettant de mieux intégrer le site à son environnement immédiat, générant de nouveaux services urbains et de nouvelles typologies de logement adaptées aux exigences de la transition écologique et aux nouveaux usages de l’espace domestique ;
- Co-construire le projet avec les services de la Ville, de la Métropole et ROUEN HABITAT, des habitants et usagers du quartier dans le cadre d’une démarche partenariale de conception et de participation citoyenne.

Le projet propose sur environ 3 ha une programmation mixte à dominante résidentielle composée de :

- Projet d’aménagement : 1 ha d’espace public
- ALTAREA COGEDIM – VIRGIL :
 - 600 logements en accession.
 - 1 000 m² de commerces, services et activités en pied d’immeubles. A ce stade, il est prévu :
 - Une crèche,
 - Un cabinet médical
 - Un restaurant/tiers-lieu.
- OPHA Rouen Habitat :
 - 183 logements sociaux
 - 700 m² d’espace culturel et pharmacie

La programmation de ces activités a été imaginée avec les habitants lors de la concertation. Cette programmation n’est pas encore totalement définitive.

A l’échelle du quartier, ALTAREA COGEDIM et VIRGIL s’inscrivent dans une démarche de développement durable vertueuse, qui permet d’intégrer l’ensemble des enjeux et principes de la ville et des territoires durables. Le projet vise ainsi les certifications **HQE Aménagement**, le label **EcoQuartier** et le label **BiodiverCity** (échelle des programmes immobiliers).



Plan masse prévisionnel du projet

(Source : ALTAREA COGEDIM-VIRGIL, 2022)
1.2.

Objectifs du document

Ce document présente une synthèse des opportunités sur le potentiel d’approvisionnement énergétique et de développement en énergies renouvelables ou de récupération des bâtiments du futur quartier.

Dans un premier temps, nous établissons une cartographie des solutions énergétique dont notamment des énergies renouvelables envisageables, et dans un second temps nous réalisons une étude de faisabilité chiffrée comprenant différents scénarios permettant de répondre aux exigences règlementaires.

L’analyse de ces scénarios sera multicritère et comprendra notamment :

- Le cout global de chaque scénario sur 30 ans
- La consommation en énergie finale
- La consommation en énergie primaire
- Le taux de couverture en énergie renouvelable
- L’emprise des locaux techniques nécessaires
- Les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)

Présentation des objectifs

1.3.1. Exigences réglementaires

En lien avec l’Accord de Paris visant à contenir le réchauffement climatique à +2°C à l’échelle mondiale voire 1,5°C au cours du siècle présent, la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) a décliné par secteur d’émissions une feuille de route à suivre. Pour le bâtiment, on notera la promotion de la Réglementation Environnementale de 2020 (RE 2020) applicable depuis le 1^{er} Janvier 2022 pour les permis de construire concernés par la construction neuve dont les objectifs généraux sont les suivants :

1. Donner la priorité à la sobriété énergétique
2. Décarbonation de l’énergie consommée et recours aux énergies renouvelables (ENR)
3. Diminuer l’impact carbone de la construction des bâtiments
4. Garantir la fraîcheur en cas de forte chaleur

Rapport à la précédente Réglementation Thermique (RT), la RE 2020 intègre notamment 2 nouveaux indicateurs :

- Ic,énergie : Nouvel indicateur mesurant les émissions de carbone équivalentes conventionnelles générées par les consommations énergétiques en exploitation
- CEP,nr : Nouvel indicateur complémentaire du Cep permettant de limiter la consommation d’énergie non renouvelable

Plus largement, au-delà de l’intégration de nouveaux indicateurs et de voir les objectifs se renforcer, l’évolution réglementaire majeure consiste à mesurer la performance environnementale du bâtiment (des matériaux de construction et des énergies consommées en phase chantier et tout le long de la vie du bâtiment lors de son exploitation). Cette évaluation est réalisée par une Analyse Cycle de Vie (ACV).

La réglementation environnementale actuelle (dite « RE 2020 ») appliquera des seuils carbonés maximaux, à la différence de la réglementation précédente, qui seront extrêmement défavorables à l’approvisionnement en gaz : un seuil maximal d’émissions carbone pour le chauffage des logements collectifs de 560 kgCO₂/m²/an dès l’entrée en vigueur de la RE2020, qui exclura de fait des systèmes utilisant exclusivement du gaz. Ce seuil sera progressif : fixé à 320 kgCO₂eq/m²/an dans le cas d’un réseau de chaleur urbain dès 2025, laissant ainsi encore la possibilité aux réseaux de chaleur de se verdir encore plus à l’horizon 2028 où le seuil est fixé à 260 kgCO₂eq/m²/an pour tout système d’approvisionnement énergétique.

L’étude présente se base sur des données dites « réalistes » représentatives de besoins énergétiques observés dans la réalité, et non des besoins dits « réglementaires » utilisés dans les moteurs de calculs réglementaires. Par conséquent, l’objet de cette étude n’est pas la réalisation de calculs réglementaires justifiant le respect de la RE2020, néanmoins les solutions qui sont proposées restent conformes aux seuils réglementaires visés.

1.3.2. Documents d’urbanisme

L’état des lieux des installations en Energie Renouvelables (ENR) sur le territoire est issu du diagnostic énergétique intégré au Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCEAT) adopté par le Conseil Métropolitain du 16 décembre 2019. Marqué par la présence d’activités importantes de production, de transformation et de transport d’énergie, notamment d’hydrocarbures, le territoire de la Métropole est fortement consommateur d’énergie fossile. D’après ce document, en 2015 :

- 59% de l’énergie consommée sur le territoire est d’origine fossile (37% de gaz et 22% des produits pétroliers) ;
- La production locale d’énergie renouvelable est dominée par la filière bois-énergie (78 %), avec l’utilisation d’importantes chaufferies industrielles et collectives ainsi que trois usines de cogénération ;

- Le solaire photovoltaïque, le biogaz et la géothermie (avec la présence de quelques réseaux dont celui de l'éco-quartier Luciline) sont marginaux (2 %) ;
- L'éolien n'est pas représenté sur le territoire, faute de potentiel.

Filières	Production (en GWh/an)	%
Bois énergie (réseaux de chaleur)	161	12 %
Bois énergie (hors réseau de chaleur)	862	66 %
Photovoltaïque	11	< 1 %
Méthanisation	19	1.5 %
Unité de valorisation énergétique	233	18 %
Solaire thermique	NC	-
Autres	12	1 %
TOTAL	1 300	100 %

Production d'énergie sur le territoire de la Métropole de Rouen Normandie en 2015, Schéma Directeur des Energies, diagnostic du PCAET

En s'intégrant à l'ambition de l'Accord de Paris, la Métropole souhaite participer au défi de contenir le réchauffement climatique en dessous de 2°C et devenir un territoire « 100 % EnR&R » et de réduire de 80 % les émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050. L'ambition de la Métropole est alors d'accompagner le territoire dans sa transition énergétique, permettant ainsi d'être un facteur d'innovation et de compétitivité, de réduire la facture énergétique du territoire et de contribuer localement à la lutte contre le changement climatique. Les ambitions de Métropole s'inscrivent ainsi dans la dynamique nationale en cohérence avec les objectifs de la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) et de la SNBC, ainsi que de la politique régionale à travers SRADDET.

Le PCAET de la Métropole Rouen Normandie, au sein du Tome 2 – Stratégie, inscrit donc son principal objectif : faire de la Métropole un territoire « 100 % énergies renouvelables ». Les deux sous-objectifs de son plan d'action sont les suivants :

- Multiplier par 2,5 la production d'énergies renouvelables sur le territoire à l'horizon 2050 : la production locale d'énergies renouvelables représentera 42 % du mix énergétique en 2050 ;
- Participer à une stratégie de développement des énergies renouvelables au niveau régional, en partenariat avec la Région et les autres collectivités territoriales normandes.

Dans une perspective de lutte contre le changement climatique, on peut également mentionner :

- Réduire de 70 % la consommation énergétique du territoire par rapport à l'année de référence de 2005 ;
- Dépasser l'objectif national « facteur 4 », soit une réduction de plus de 75 % des émissions de gaz à effet de serre en 2050.

Le Plan Climat Air Energie Territorial fixe plusieurs objectifs pour le domaine des énergies renouvelables et de récupération :

DOMAINE – ÉNERGIES RENOUVELABLES ET DE RECUPERATION (ENR&R)	N° fiche
Accompagner le développement des EnR&R	
Accompagner les acteurs du territoire dans le développement des projets "EnR&R"	
<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en place des outils d'animation et d'accompagnement • Créer un outil de portage technique et financier pour le développement des EnR (dans et hors du territoire) • Accompagner les projets EnR participatifs et citoyens 	16
Structurer et développer les filières EnR&R	
Filière bois-énergie	
<ul style="list-style-type: none"> • Structuration de la filière locale d'approvisionnement • Développer l'utilisation du bois-énergie sur le territoire 	17
Filière chaleur de récupération	
<ul style="list-style-type: none"> • Optimiser l'utilisation de la chaleur fatale d'incinération • Évaluer les gisements de récupération de chaleur via les réseaux d'assainissement • Évaluer les gisements d'énergie fatale provenant des industries 	18
Filière solaire	
<ul style="list-style-type: none"> • Accompagner les projets solaires en lien avec la création d'une société de projet • Favoriser l'émergence de projets en autoconsommation • Réaliser un cadastre énergétique intégrant le gisement solaire 	19
Production de gaz renouvelable	
<ul style="list-style-type: none"> • Valoriser les boues de stations d'épuration • Développer les filières de méthanisation agricoles et industrielles 	20
Structurer et développer les réseaux de distribution d'énergie	
Structurer et développer les réseaux de distribution de l'énergie	
<ul style="list-style-type: none"> • Optimiser les réseaux de distribution d'électricité et de gaz en lien avec le développement des EnR • Développer les réseaux de chaleur urbains de la Métropole 	21

Objectifs du PCAET en termes d'énergies renouvelables, PCAET Métropole Rouen Normandie, 2019

Les objectifs du PCAET soulignent donc une réelle volonté de développer des filières telles que le photovoltaïque, la méthanisation, la chaleur de récupération et continuer de miser sur la filière bois-énergie.

D'après le PCAET de la Métropole, le développement réseaux de chaleur urbain est un enjeu prioritaire et stratégique pour mobiliser les énergies renouvelables et de récupération disponibles sur le territoire.

2. Synthèse des résultats

Au regard des résultats de l’étude, la solution d’approvisionnement la plus intéressante semble être le **raccordement au réseau de chaleur du Petit-Quevilly**. Ce dernier, présente un taux d’ENR de 70% selon le dernier arrêté officiel. Ce réseau est amené à se verdir et à augmenter son taux d’ENR. Cependant, cette projection n’a pas été intégrée dans les différents calculs.

L’extension de ce réseau étant déjà prévu, l’investissement se limite au déploiement des sous stations afin d’assurer le raccordement des bâtiments, résultant en un montant initial inférieur aux autres solutions. Ce scénario affiche également des performances intéressantes sur les consommations en énergie primaires et taux d’énergie renouvelable. Il s’agit d’une solution avec une faible emprise en locaux techniques pour les équipements de production. En coûts global cependant, prenant en compte également les frais d’approvisionnement en énergie et de maintenance, le scénario avec PAC combiné à une production d’ECS avec des capteurs solaires thermiques est plus performant. Néanmoins, la marge reste faible considérant l’ordre de grandeur des coûts totaux.

Les capteurs solaires PV et la récupération de chaleur sur eaux usées avec des échangeurs permettent d’augmenter la part d’énergie renouvelable, de réduire les consommations en énergie primaire, tout en réduisant les coûts d’exploitation. **Ces solutions sont applicables à tous les scénarios et sont donc recommandées.**

Les tableaux ci-dessous synthétisent les résultats de l’étude.

	Scénario 1 : Joule	Scénario 2 : PAC	Scénario 3 : PAC + solaire	Scénario 4 : Réseau de chaleur	Scénario 4 : Biomasse collective quartier
Description de la variante	Radiateurs + ballons électriques	PAC air/eau pour chauffage et ECS	PAC air/eau pour chauffage et ECS + Panneaux solaires thermiques	Réseau de chaleur	Chaufferie quartier à plaquettes bois + chaudières gaz en appoint
Consommation en énergie finale en kWh _{ef} / m ² / an	114	66	58	127	163
Consommation en énergie primaire kWh _{ep} / m ² / an	261	151	133	110	108
Emissions de GES (TCO ₂ /an)	426	239	212	392	578
Taux de couverture EnR&R*	0%	0%	16%	47%	50%
Emprise des équipements de production**	0	Toiture : 165 m ² Intérieur : 275m ²	Toiture : 2165m ² Intérieur : 275m ²	Intérieur : 220 m ²	Chaufferie : de 200 à 300 m ²
Cout à l’investissement k€ HT	1 239	1 671	2 845	606	1 635
Cout global sur 30 ans k€ HT	74 855	53 910	51 199	52 055	55 353

* Tous usages : chauffage, ECS, électricité

** Pour l’ensemble des bâtiments

Coût global avec Panneaux PV	74 511	53 571	50 861	51 717	55 015
Coût global avec récupération d’énergie sur eaux grises	71 841	52 606	/	53 587	53 692

Les conclusions de cette synthèse agrémentée d’une analyse qualitative des solutions selon leurs avantages et inconvénients sont détaillées dans le tableau ci-dessous. Une note environnementale est proposée en plus :

	Avantages	Inconvénients	Note Enviro.
Scénario 1 : Joule	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement faible • Coûts d’entretiens faibles • Solution 100% individualisée 	<ul style="list-style-type: none"> • Consommations énergétiques élevées • Pas d’EnR intégré (sauf si ajout de panneaux photovoltaïque) • Nécessite une très bonne performance thermique des bâtiments 	1/5
Scénario 2 : PAC	<ul style="list-style-type: none"> • Solution collective par immeuble • Consommations faibles • Technologie mature • Peu d’espace de locaux techniques intérieur • Permet la production de chaud et de froid en mode réversible • Se couple très bien avec une solution solaire (thermique ou photovoltaïque) • Coûts sur 30 ans maîtrisés • Investissement maîtrisé 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite des espaces en toiture • Implique une prise en compte du bruit des équipements sur le voisinage • Pas d’EnR intégré (sauf si ajout de panneaux photovoltaïque) 	2/5
Scénario 3 : PAC + solaire thermique	<ul style="list-style-type: none"> • Mêmes avantages que la solution 2a PAC • Réduction importante des consommations d’ECS • Taux d’EnR de 16% • Peut être substitué par une solution hybride (Photovoltaïque + thermique) pour de meilleurs rendements et un taux EnR plus élevé • Impact économique maîtrisé sur 30 ans 	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement plus important que la solution 2a • Occupation des toitures importantes • Nécessite des opérations d’entretien/maintenance plus élevées 	2/5
Scénario 4 : Réseau de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • Taux élevé d’approvisionnement en EnR (47%) avec un potentiel d’amélioration selon le projet d’extension • Coûts d’investissement et sur 30 ans plus faibles par rapport aux autres énergies • Pas de matériel en toiture 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de distribution sur le réseau de chaleur propre à chaque bâtiment • Nécessite l’implantation d’une sous-station au sous-sol de chaque bâtiment. 	4/5
Scénario 5 : Biomasse collective	<ul style="list-style-type: none"> • Taux élevé d’approvisionnement en EnR (50%) • Diminution de l’emprise des installations au sein des immeubles • Facilitation des opérations d’approvisionnement en bois • Coût de l’énergie plus faible avec une solution centralisée • Bilan économique sur 30 ans maîtrisé 	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de distribution importantes sur le réseau de chaleur • Nécessite l’implantation d’une chaufferie collective commune au quartier 	2/5

Panneaux PV	<ul style="list-style-type: none"> • Solution pouvant être ajoutée à l’ensemble des scénarios proposées • Retour sur investissement estimé en 10 ans • Une solution panneaux hybride photovoltaïque + thermique peut être proposé dans le cadre de la solution 3 • Une autoconsommation très forte à l’échelle du quartier pour la surface PV donnée (100%) • Une performance en coût global très bonne 	<ul style="list-style-type: none"> • Emprise sur les espaces de toitures • Ajoute un système à entretenir complexifiant les installations. • Nécessite un investissement plus important 	+++
Récup. d’énergie sur eaux grises	<ul style="list-style-type: none"> • Solution pouvant être proposée sur tous les scénarios collectifs • Permet de réduire significativement les besoins en ECS et donc les puissances installées • Surcoûts à l’investissement et à la maintenance très faible. • Impact en coût global très favorable 	<ul style="list-style-type: none"> • A intégrer dans les plans des installations d’ECS au plus tôt pour faciliter les raccordements. 	+++

3. Etude d’opportunité

Synthèse

Cette première étape vise à réaliser une évaluation préliminaire d’opportunité sur une large sélection de solutions d’approvisionnement par rapport aux besoins du projet.

Énergie	Analyse
Réseaux chaud/froid existants	<p><u>Avantages :</u> Mutualisation des besoins de chaleur et un haut taux d’énergies renouvelables.</p> <p><u>Inconvénients :</u> A l’heure actuelle, les réseaux existants sont trop éloignés du site.</p> <p><u>Conclusion :</u> Dans le cadre de l’extension des réseaux de chaleur urbains de la Métropole, il est prévu de raccorder le quartier à l’un des réseaux publics. Cette solution peut donc être retenue pour notre étude.</p>
Énergie fatale	<p><u>Avantages :</u> Potentiel de récupération d’énergie sur eaux usées du projet.</p> <p><u>Inconvénients :</u> Pas de STEP à proximité du site, Centre d’incinération trop éloigné, Pas d’industrie proche, Datacenter éloigné.</p> <p><u>Conclusion :</u> Bon potentiel de réduction des consommations par la récupération de chaleur sur eaux usées. Cette solution est retenue pour notre étude.</p>
Géothermie	<p><u>Avantages :</u> Couverture des besoins avec de bons rendements, gisement disponible en fermé (sondes). Commune classée favorable à la géothermie de très basse température.</p> <p><u>Inconvénients :</u> Faibles besoins en froid à l’échelle de l’opération permettant difficilement de rentabiliser une boucle sur géothermie très basse énergie ou basse énergie par des systèmes de PAC réversible. Nécessité d’une étude approfondie.</p> <p><u>Conclusion :</u> Malgré un potentiel de géothermie sur échangeur fermé (sonde), en considérant la taille du quartier, le grand nombre de sondes compromet la faisabilité technique (surface disponible) et financière (investissement proportionnel au nombre de sondes). Cette solution n’est pas retenue pour notre étude.</p>
Aérothermie	<p><u>Avantages :</u> Couverture des besoins de chaud (et de froid éventuellement, mais non préconisé pour dans le résidentiel), fonctionnement électrique. Bonne efficacité énergétique en conditions normales. Technologie mature.</p> <p><u>Inconvénients :</u> Contribution à l’effet d’îlot de chaleur urbain, intégration au bâti et nuisances acoustique pour le voisinage, nuisance esthétique sur la façade, impact environnemental liés aux fluides frigorigènes.</p> <p><u>Conclusion :</u> Intérêt modéré pour ce type de projet. Cette solution est retenue dans notre étude.</p>
Solaire photovoltaïque	<p><u>Avantages :</u> Zone géographique moyennement favorable, ressource gratuite.</p> <p><u>Inconvénients :</u> Non correspondance entre les périodes de disponibilité de la ressource et de besoins, intermittence, autoconsommation collective possible sous condition de volonté</p>

	<p>d’engagement des acteurs à proximité. Peu adapté en logements, plus adapté pour équipements publics.</p> <p>Conclusion : Bon intérêt de l’intégration au bâti, mais stratégie de production et consommation à étudier (revente totale ou autoconsommation collective). Le nombre important de logements permet une bonne absorption de la production malgré le déphasage entre production PV et consommations électriques. Cette solution est retenue pour notre étude.</p>
Solaire thermique	<p>Avantages : Zone géographique plutôt favorable, ressource gratuite, adapté pour les logements.</p> <p>Inconvénients : Concurrence des usages en toiture, coût d’investissement important.</p> <p>Conclusion : Bon intérêt étant donné que le projet sera essentiellement constitué de logements, mais le potentiel est réduit si un chauffage EnR central est mobilisé. Cette solution est retenue pour notre étude.</p>
Éolien	<p>Avantages : Ressource gratuite, intégrable sur les bâtiments pour les petites éoliennes.</p> <p>Inconvénients : Zone géographique défavorable, Intermittence, effets de turbulence en milieu urbain, hauteur nécessaire pour atteindre de bons rendements, pas de tarif d’achat.</p> <p>Opportunité : Intérêt limité lié au gisement éolien du territoire faible et au faible rendement des éoliennes urbaines. Cette solution est écartée de notre étude.</p>
Bois énergie	<p>Avantages : Ressource disponible à proximité du site, adéquation avec un programme dominé par des besoins stables de chaud et d’ECS. Optimisation du bilan carbone, solution vertueuse en EnR. Pas de nuisances acoustiques ou esthétiques.</p> <p>Inconvénients : Encombrement des chaufferies, et nécessité d’accès facilités pour la livraison de combustible. Investissement élevé et entité exploitante à identifier pour une installation centralisée.</p> <p>Conclusion : Intérêt fort du fait de la possibilité d’approvisionnement local. Cette solution est donc retenue dans notre étude.</p>
Biogaz	<p>Avantages : Ressources disponibles aux alentours du site (déchets organiques, champs de culture de colza, restaurants...).</p> <p>Inconvénients : Encombrement des systèmes de cogénération, conflit vis-à-vis des récoltes non exploitées pour l’alimentation, bruit généré, odeurs, surface disponible.</p> <p>Conclusion : Cette solution n’est pas retenue dans notre étude.</p>
Gaz	<p>Avantages : Présence du réseau de gaz à proximité. Possibilité de décarbonation dans le futur des réseaux.</p> <p>Inconvénients : Energie très carbonée et Incompatibilité de l’approvisionnement 100% gaz avec la RE2020.</p> <p>Conclusion : Solution uniquement retenue en appoint d’un scénario avec chaufferie biomasse. Une solution 100% gaz n’est pas retenue dans notre étude, car dans le cadre de la RE2020, elle ne permet pas de valider les seuils Ic Energie >2025.</p>

Etude d’opportunité détaillée

3.2.1. Réseaux de chaleur urbain

Le territoire de la Métropole Rouen Normandie compte 10 réseaux de chaleur qui alimentent les différents quartiers de la Métropole.

La Métropole Rouen Normandie a aujourd'hui en charge huit réseaux de chaleur publics, dont 6 sont gérés sous la forme de délégations de service public (3 délégataires : CORIANCE, DALKIA et ENGIE COFELY) et 2 sont gérés par la Régie publique de l'énergie calorifique, créée le 1er janvier 2018. En 2017, ces réseaux ont délivré 320 000 MWh de chaleur aux abonnés, soit l'équivalent de 32 000 équivalents logements. 61% de cette chaleur provient d'une énergie renouvelable ou de récupération (ENR&R).

Il existe également sur le territoire deux réseaux privés, qui ne sont pas gérés par la Métropole : le réseau Martainville, alimenté par le CHU (gaz naturel) et le réseau du Château Blanc à Saint-Etienne du Rouvray, géré par l'ASL du Château-Blanc (biomasse).

Énergie principale	Réseau	Date de création	Mode de gestion	Délégataire (société dédiée) ou exploitant	Taux ENR&R***	MWh livrés 2017	
Biomasse	Mont-Saint-Aignan	1959	DSP	CORIANCE (Mt-St-Aignan Énergie Verte)	66%	68 399	
	Canteleu	1975	DSP	DALKIA (Canteleu Énergie)	73%	46 742	
	Rouen Grammont	2008	DSP	DALKIA (Rouen Grammont Énergie)	87%	15 889	
	Maromme	2012	DSP	COFELY (Maromme Bio Énergie Services)	92%	33 248	
UIOM*	Rive gauche				86%	84 431	
	Branche "Petit Quevilly"	1975	Régie	COFELY	68%	37 619	
	Branche "Grand Quevilly"	2013			100%	46 812	
Géothermie	Rouen Luciline	2013	DSP	COFELY (Rouen Luciline Énergies Nouvelle)	81%, chiffre atteint une fois le quartier totalement construit	1 323	
	Elbeuf - quartier Franklin	1992	Régie	CRAM	100%	534	
Gaz**	Petite Bouverie	1961	DSP	DALKIA (Réseau Petite Bouverie)	-	72 303	
					Total réseaux Métropole	61%	322 869

Liste des réseaux de chaleur gérés par la Métropole de Rouen

Le site d’étude se trouve à proximité du réseau de chaleur du Petit-Quevilly mais n’y est pas raccordé à l’heure actuelle. Toutefois, dans le cadre de l’extension des réseaux de chaleur urbains de la Métropole, il est prévu de raccorder le quartier à ce réseau dont l’énergie est issue de l’incinération de déchets, représentant un taux d’énergies renouvelables de 70% aujourd’hui, puis 85% après extension.

Cette solution peut donc être retenue pour notre étude.

3.2.2. Energie Fatale

La chaleur fatale désigne la chaleur résiduelle issue d’un procédé dont l’objectif principal n’est pas la production de cette chaleur. Il convient donc de la valoriser au maximum. Sans stratégie de récupération, il s’agira donc d’énergie perdue. L’objectif est de récupérer la chaleur produite par toute installation dégageant d’importantes quantités de chaleur. Il est possible de raccorder cette installation aux réseaux de chaleur qui permettent de la valoriser. La chaleur fatale est considérée comme une énergie n’émettant pas de CO², dans la mesure où il s’agit de valoriser une ressource qui est de toute façon produite et rejetée.

Parmi ces sources d’énergie fatale, on retrouve la chaleur issue de la combustion des déchets dans les usines d’incinération des ordures ménagères (UIOM), la chaleur issue de groupes de production de froid des datacenters, la chaleur issue des eaux usées et des eaux grises ainsi que la chaleur issue des procédés industriels et de la cogénération lorsque cette dernière a pour but premier de produire de l’électricité.

Actuellement, la ressource la plus exploitée sur le territoire de Rouen est celle de l’Unité de Valorisation Energétique (UVE) du SMEDAR qui a produit, en 2015, 166 GWh d’électricité et 70 GWh de chaleur. La récupération de la chaleur industrielle représente environ 20 % de la production locale d’énergie.

Toutefois, l’unique potentielle source de chaleur fatale à disposition dans le cadre de ce projet est la récupération de chaleur sur les eaux usées produites par les futurs bâtiments. Cette récupération de chaleur pourra être utilisée pour préchauffer l’ECS. Cette solution est donc plus favorable dans le cas d’une installation ECS collective par bâtiment.

La solution de récupération de chaleur sur eaux grises est retenue pour être étudiée sur tout ou partie du projet.

3.2.3. Géothermie

Il s’agit d’exploiter la chaleur du sous-sol et des aquifères qui s’y trouvent. Quatre grands types de gisements sont définis selon les températures :

- La géothermie très basse énergie ($T < 30^{\circ}\text{C}$, profondeur de nappe inférieure à 100 m) peut assurer le chauffage, la production d’ECS et le rafraîchissement des bâtiments via des pompes à chaleur, tuyaux enterrés ou sondes sèches ;
- La géothermie basse énergie ($30^{\circ}\text{C} < T < 90^{\circ}\text{C}$, profondeur de nappe entre 1 500 et 2 500 m) en exploitation directe de la chaleur sur des réseaux de chauffage urbain ou des usages spécifiques (industrie, thermalisme, etc.) ;
- La géothermie moyenne énergie ($90^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$, eau chaude ou vapeur humide) pour des usages industriels ou pour la production d’électricité ;
- La géothermie haute énergie ($T > 150^{\circ}\text{C}$, vapeur sèche ou humide) pour la production d’électricité.

Le BRGM, l’ADEME, la région Ile de France et EDF ont développé un système d’information géographique d’aide à la décision, qui indique si, en un endroit donné, l’installation de pompes à chaleur sur nappe aquifère est envisageable. Sur une grille de mailles de 500 m x 500 m, ils décrivent la ressource géothermale des aquifères via une analyse multicritère combinant la productivité, la température de l’eau et la profondeur d’accès, voire la chimie des eaux si celle-ci peut s’avérer incompatible avec une exploitation géothermique.



Carte de potentiel géothermique sur échangeur ouvert (nappe)/ Source : geothermies.fr

Carte de potentiel géothermique sur échangeur fermé (sonde)/ Source : geothermies.fr

Le site n’est pas éligible avec la géothermie de minime importance GMI (géothermie de très basse énergie) sur échangeur ouvert (nappe). Même s’il existe un potentiel de géothermie sur échangeur fermé (sonde), en considérant la taille du quartier, le nombre de sondes à déployer peut compromettre la faisabilité technique de par la surface disponible, potentiellement insuffisante. Par ailleurs, l’investissement croît proportionnellement avec le nombre de sondes. Les coûts sont mieux amortis lorsqu’il y a la nécessité de produire du froid en plus de la chaleur, or ce n’est pas le cas de ce projet essentiellement résidentiel où une production de froid n’est donc pas nécessaire. La rentabilité économique est donc difficilement atteignable.

Cette solution n’est donc pas retenue pour notre étude.

3.2.4. Aérothermie

Il s’agit d’échanger de la chaleur avec l’air extérieur ou l’air vicié des bâtiments par des PAC pour les besoins de chauffage, de froid voire d’ECS (chauffe-eau thermodynamique). Ces solutions sont avantageuses car permettent de produire du chaud comme du froid. Cependant, ces systèmes contribuent à l’effet d’îlot de chaleur urbain en été par les rejets de chaleur sur l’air extérieur et ont des rendements plus faibles lors de conditions de températures extrêmes (très froid l’hiver ou très chaud l’été). Le projet urbain a réalisé des études spécifiques contribuant à étudier et limiter les effets ICU à l’échelle urbaine.

De plus les pompes à chaleurs fonctionnent généralement avec des fluides réfrigérants qui peuvent s’avérer très polluants. Aujourd’hui il existe de plus en plus d’équipements intégrant des fluides faiblement polluant mais cela implique généralement un surcoût sur l’installation. Ces systèmes peuvent également poser des difficultés d’intégration au bâti des éléments extérieurs (disponibilité de surface en toiture ou en façade, intégration esthétique, nuisances acoustiques au voisinage).

Etant donné l’efficacité énergétique de ces systèmes dans des conditions habituelles d’utilisation, cette solution est retenue dans notre étude.

3.2.5. Energie solaire (thermique et photovoltaïque)

D’après les données de Météo France, la durée d’ensoleillement moyen à Rouen est d’environ 1 557 heures par an. En ce sens, la Métropole a pour objectif d’augmenter la production d’énergie renouvelable issue de panneaux

photovoltaïques de + 350 GWh/an d’ici 2050. D’après les données de SOLARGIS, le potentiel énergétique moyen à Rouen est de 1 022 à 1 168 kWh/m²/an (l’irradiation solaire moyenne en France varie de 1 100kWh/m²/an dans la moitié Nord à près de 1 700 kWh/m²/an dans le Sud).

Panneaux photovoltaïques :

L’ensemble des bâtiments ayant un besoin important d’électricité (notamment dans le cas de scénarios d’approvisionnement tout électrique), il conviendra d’étudier cette solution dans le cas de cette étude. Étant donné que les panneaux photovoltaïques peuvent être combinés à quasiment toutes les autres solutions énergétiques de production de chaud/froid et ECS, nous allons étudier la rentabilité de cette solution en dehors des scénarios d’approvisionnement.

La solution de panneaux solaire photovoltaïque est donc retenue dans le cadre de notre étude.

Panneaux solaires thermiques :

Cette solution vise à préchauffer les ballons d’ECS, ce qui permet de stocker l’énergie récupérée. Les besoins en ECS étant bien plus important pour les logements que pour les équipements publics et étant donné l’avantage de pouvoir stocker l’énergie sous forme de chaleur dans les ballons de stockage ECS, cette solution est très favorable pour les opérations de logements.

La solution de panneaux solaire thermique sera donc étudiée sur les bâtiments de logements.

3.2.6.Énergie éolienne

Au 15 décembre 2020, 83 parcs représentant 393 mats étaient en fonctionnement, pour une puissance totale de 840 MW.

À Rouen, la fréquence et la vitesse du vent sont moyennes. Sur une année, le vent est présent en moyenne 52,7 jours. Les mois les plus venteux de l’année sont les mois de novembre, décembre et février avec une moyenne de 14 km/h. Les mois présentant les vents les plus faibles sont juillet et août avec une moyenne de 10 km/h.

La production éolienne s’effectue aujourd’hui en très grande majorité au moyen du grand éolien, c’est-à-dire à l’aide de mâts de 120 m de hauteur et d’une puissance d’environ 2 à 3 MW. Selon le Schéma Régional Eolien (inclus dans le SRCAE de l’ex-région Haute-Normandie), le territoire de la Métropole est peu favorable à l’implantation de grandes éoliennes.

Bien qu’il n’y ait pas de d’études sur le gisement local, ces données semblent conduire à des potentiels de production limités pour les solutions de petit mat. Le site ne paraît pas adapté à l’implantation de sources de production énergétique à base d’énergie éolienne. **La solution de récupération de l’énergie éolienne ne sera donc pas étudiée.**

3.2.7.Énergie bois

Le Bois-Energie peut prendre plusieurs formes :

- Bois bûches : plutôt utilisées par les particuliers pour le chauffage domestique principal ou d’appoint. Le Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) à 20% d’humidité est autour de 4 120 kWh/tonne pour les résineux et de 3 920 kWh/tonne pour les feuillus. Suivant les dimensions, les prix varient entre 3,5 et 3,9 ct € TTC/kWh PCI livré avec une variation régionale selon la disponibilité de la ressource et la saison (70€/stère de bûche de 50cm livrée en haute saison en Ile-de-France en 2019). Cette forme pose cependant des difficultés de manutention et de stockage.
- Bûches densifiées ou compressées : également utilisées davantage pour le chauffage domestique des particuliers, elles sont issues de sciures et copeaux de bois non traités densifiés à haute pression. Elles

assurent une combustion régulière avec un PCI de 4 700kWh/tonne. Elles nécessitent moins d’espace de stockage que les bûches traditionnelles, mais ont un coût plus important (environ 7,9ct€ TTC/kWh PCI livré en 2019).

- Plaquettes forestières ou de scierie : utilisées par les particuliers, les usages collectifs et l’industrie, elles permettent la valorisation de résidus d’exploitation forestière, de taillis de haies, de sous-produits de scierie (sciures, copeaux, écorces) ou de bois de rebut non souillés (palettes, cagettes, etc.). En fonction de l’humidité et de la composition du produit, le PCI varie entre 2 300 et 3 600kWh/tonne et le coût entre 1,6 et 2,4ct€ TTC/kWh PCI livré (usages collectifs ou industrie).
- Granulés de bois ou pellets : également utilisés par les particuliers, les usages collectifs et l’industrie, ils sont issus du compactage de résidus de scieries ou de copeaux de bois forestier. Le PCI varie entre 4 400 et 4 600kWh/tonne pour un coût pour les particuliers autour de 7,2ct€ TTC/kWh PCI livré pour les granulés en sac et 6,1ct€ TTC/kWh PCI livré pour les granulés en vrac, et, pour les usages collectifs et l’industrie, de 5,3ct€ TTC/kWh PCI livré en moyenne avec de fortes disparités en fonction de la taille des installations.



Plaquettes



Granulés

La qualité des combustibles peut faire l’objet de différentes certifications (dimensions, PCI, taux d’humidité, taux de cendre, etc.) :

- NF Bois de chauffage pour le bois bûche (FCBA)
- DIN Plus pour les granulés et les bûches densifiées ou compressées (DIN CERTCO, Allemagne)
- EN Plus® pour les granulés (FCBA)
- NF Biocombustibles solides pour le bois bûche, les granulés et les briquettes biocombustibles (FCBA)



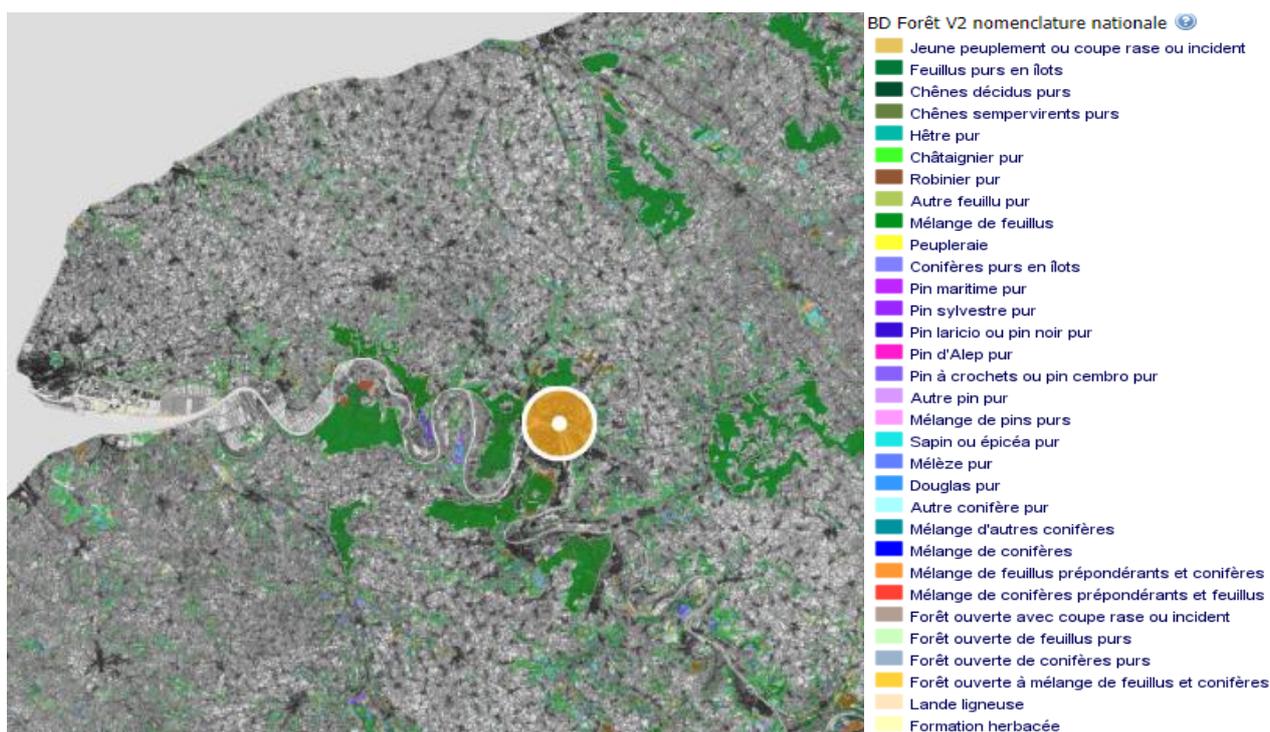
Cette ressource peut être mobilisée à l’échelle des bâtiments en énergie principale ou d’appoint pour des chaudières individuelles.

En termes de gisement, le bois-énergie représente actuellement la principale source d’énergie renouvelable sur le territoire de la métropole Rouen Normandie (70 %, soit 1 000 GWh/an) et permet d’alimenter d’importantes chaufferies pour l’industrie, des appareils de chauffage domestiques ainsi que plusieurs réseaux de chaleur en partie alimentés au bois.

L’objectif de la Métropole est de poursuivre le développement de la filière bois-énergie en visant une augmentation de la production de + 800 GWh/an à horizon 2050.

	2016	2021	2026	2030	2050
Cogénération bois-énergie	541	550	570	570	600
Usage domestique	315	315	315	315	315
Réseau chaleur	161	240	320	400	640
Chaufferie tertiaire (hors réseaux)	6	10	15	20	40
Autres potentiels mobilisables	-	-	-	-	170
Total (remarque : hors chaleur fatale ou de récupération)	1 023	1 115	1 220	1 305	1 825

Evolution de la production d’énergie renouvelable issue de bois-énergie sur le territoire de la Métropole Rouen Normandie (en GWh/an),
Schéma Directeur des Energies de la Métropole Rouen Normandie, 2017



Carte des forêts à proximité de Rouen / Source : Géoportail

La carte ci-dessus présente la localisation des forêts dans la région. Des poches de potentielle exploitation sont ainsi présentes ainsi que dans les départements limitrophes.

Le potentiel d’approvisionnement en bois étant favorable pour le projet, **l’étude d’une solution bois-énergie est donc envisageable**. Etant donné le contexte du projet, deux solutions seront possibles dans l’utilisation du bois-énergie : Une chaufferie bois collective de quartier ou une chaufferie bois collective par bâtiment. La piste d’une chaufferie collective est privilégiée pour deux raisons :

- D’une part pour la facilité de livraison, avec le besoin d’un seul accès pour le camion de livraison. Certain bâtiment plus enclavé serait par ailleurs difficile à livrer dans le cas d’une solution avec une chaufferie par bâtiment.
- D’autre part, une chaufferie collective, de puissance plus importante, permettrait d’exploiter du bois plaquette en combustible. Le marché du bois granulé est aujourd’hui en forte tension, avec des prix qui sont passés de 50€/MWh à 110€/MWh de 2021 à 2022. Le marché du bois en plaquette est resté stable, avec un prix très compétitif d’environ 32€/MWh. Cependant le stockage du bois plaquette requiert un silo plus volumineux que pour des granulés.

La solution avec une chaufferie collective reste sujette à l’intégration d’un local technique commun au quartier pour accueillir la chaufferie. La question de la gestion de l’approvisionnement et du montage juridique de l’opération déterminera la meilleure solution.

Cette solution est donc retenue pour notre étude.

3.2.8. Biogaz

Nous considérons ici la production sur site de biogaz par méthanisation à partir des déchets organiques produits par le quartier. Celles-ci se limitent à la fraction fermentescible des ordures ménagères, déchets des activités commerciales et déchets verts. Le biogaz produit peut être réinjecté au réseau ou valorisé pour de la production de chaleur (combustion en chaudière) et éventuellement de l’électricité (cogénération). La production électrique peut bénéficier d’un tarif d’achat défini par arrêté sous certaines conditions (efficacité énergétique de l’installation, teneur en effluents d’élevage).

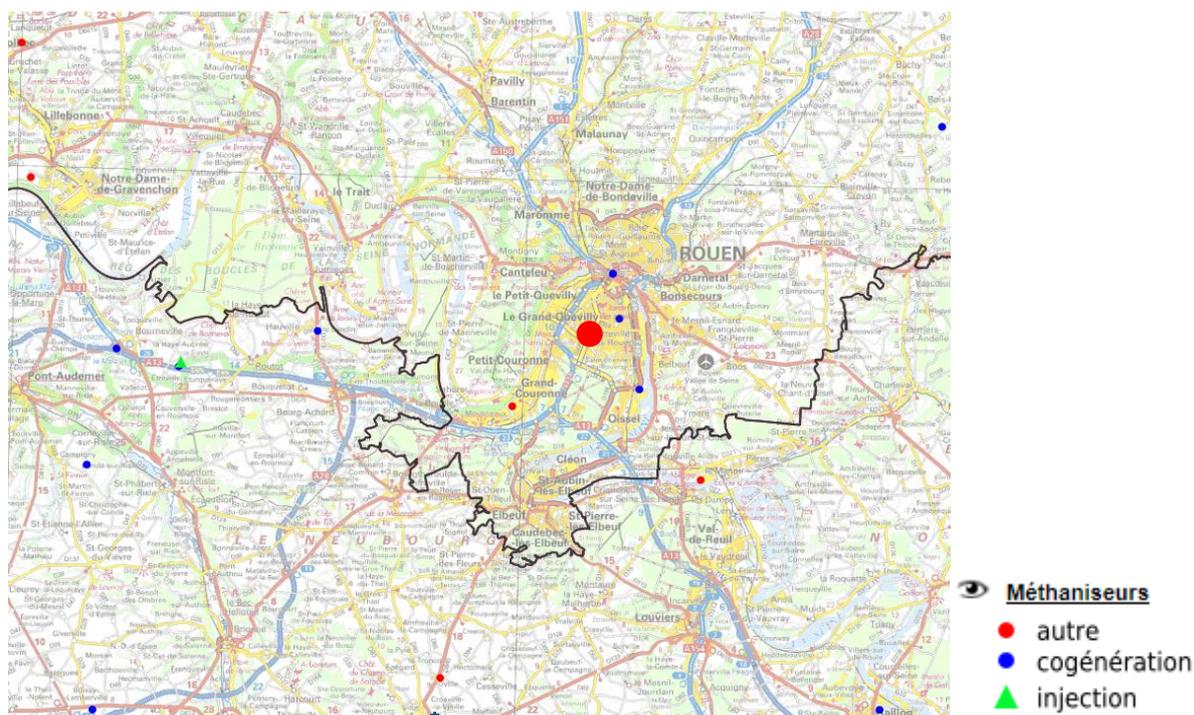
Les installations nécessitent cependant des emprises importantes (au moins 2000 m²) en plus d’une distance minimale par rapport aux zones d’habitation. Le stockage du gaz en zone urbaine est aussi à prendre en considération. Dans le contexte de l’opération (milieu urbain) cette solution est impossible.

Actuellement, le territoire compte deux installations de méthanisation : l’usine Europac et l’usine Saipol. Les gisements de production de biométhane proviennent :

- Des activités agricoles, à travers les effluents d’élevage et les résidus de cultures sans recours à des cultures dédiées ;
- Les sous-produits des stations d’épuration (actuellement 94 % des boues de la Métropole sont incinérées) ;
- Les déchets des entreprises agro-alimentaires ;
- Les biodéchets issus de la restauration et de la grande distribution.

L’objectif de la Métropole est de pouvoir valoriser plus de 60 % des ressources méthanisables présentes sur le territoire d’ici 2050.

Par ailleurs, un gisement spécifique de production de biogaz industriel (évalué à 200 GWh) semble émerger au niveau de la zone industrielle du Port Autonome de Rouen, ce qui porterait la production locale d’énergie liée à la production de biogaz à + 250 GWh/an d’ici 2050.



Cartographie des sites de méthanisation en Normandie au 01/12/2021, DREAL de Normandie

Néanmoins, la mise en place d’un centre de méthanisation au sein du quartier semble peu pertinente car il n’y a pas de surface disponible, en plus il faudra un grand volume de production de déchets et peut générer des problèmes sanitaires au sein du quartier. Cette solution n’est pas retenue dans notre étude.

3.2.9. Gaz

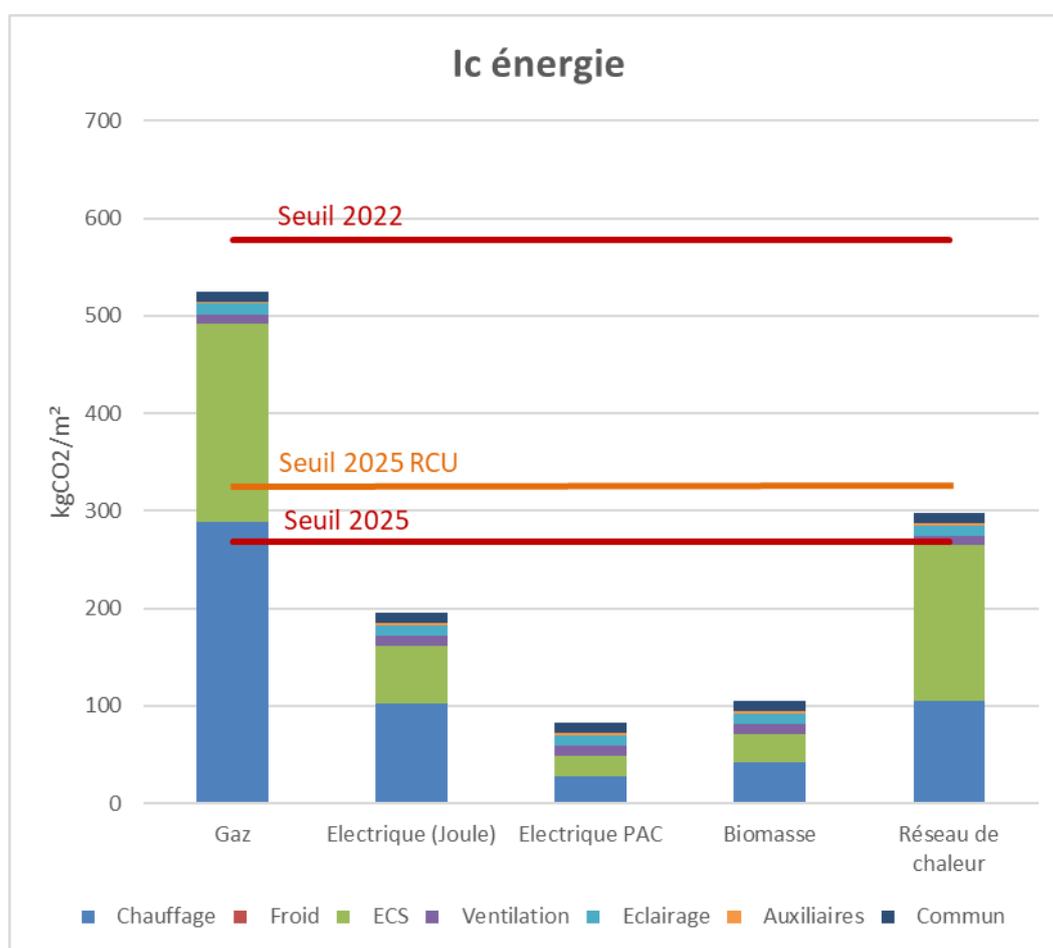
La commune bénéficie d’un réseau de gaz de ville. De ce fait, les rues Parmentier, Gessard et Saint Julien disposent de réseaux gaz, toutefois le site ne semble pas connecté.

Cette solution n’est pas retenue pour notre étude, car dans le cadre de la RE2020, elle ne permet pas de valider les seuils Ic Energie >2025. Un appoint gaz peut néanmoins être prévu en appoint d’une chaufferie biomasse.

Focus RE2020

L’opération d’aménagement du quartier du Jardin des Pépinières à Rouen est à dominance de logements. Les bâtiments neufs seront donc soumis à la nouvelle réglementation RE2020. Au vu du phasage et des ambitions énergétiques de l’opération, il conviendra de se projeter sur les niveaux réglementaires 2025, voire 2028 plutôt que ceux valables en 2022. Cela implique à la fois des réductions importantes des besoins énergétiques des bâtiments et aussi un choix d’approvisionnement énergétique le plus décarboné possible.

Nous avons résumé dans les graphiques ci-dessous les estimations d’impact sur l’indicateur carbone Ic énergie de la RE2020 des solutions retenues précédemment. Le tableau ci-dessous compare les différentes sources entre le gaz, l’électrique (représentant les solutions thermodynamiques par PAC) et la biomasse. Pour réaliser ce graphique un bâtiment standard correspondant aux standards de performance énergétique de la RE2020 a été utilisé comme hypothèse.



Les solutions énergétiques de type panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques, ou la récupération de chaleur fatale ne sont pas intégrées dans ce graphique, mais elles permettent une réduction des consommations et sont donc bien sûr encouragées dans le cadre de la RE2020.

Ce graphique montre que l’ensemble des solutions sont viables lorsque l’on regarde uniquement le seuil 2022. Cependant à partir du seuil 2025, il deviendra très compliqué d’utiliser une solution gaz pour réaliser le chauffage et l’ECS. Même en améliorant significativement les performances énergétiques des bâtis cette solution deviendra très à risque du point de vue réglementaire.

On note que le seuil 2025 est différencié pour les réseaux de chaleur urbains, afin de laisser du temps pour les travaux de « verdissement ». Par ailleurs, pour cette analyse les caractéristiques du réseau (taux d’EnR et

émissions de CO₂) prises en compte correspondent aux données actuelles, fixée par arrêté officiel. Bien que le projet devrait valider le seuil 2025, l’amélioration du réseau portant le taux d’EnR à 85% permettra d’obtenir une plus grande marge.

Ainsi, si l’on se place dans l’objectif de respecter les seuils 2025/2028 de la future RE2020, les solutions 100% au gaz devront être écartées. L’approvisionnement en gaz pourra toujours être utilisé en solution d’appoint / secours ou pour la production d’ECS uniquement. Notre scénario de référence à faible investissement qui était généralement la solution 100% gaz se transforme donc en un scénario 100% électrique individuel.

Définition des scénarios

Au vu des différentes conclusions des capacités d’approvisionnement et des contraintes liées à la RE2020, nous proposons d’étudier les scénarios suivants :

3.4.- Scénario 1 (scénario de référence) : Joule

Ce scénario consiste en l’installation de radiateurs électriques à effet joule dans tous les logements collectifs et individuels accompagnés de ballon d’ECS individuels à résistances électriques.

- Scénario 2 : Chauffage PAC aérothermique + PAC Thermodynamique pour l’ECS

Ce scénario consiste en l’installation de PAC réversibles air/eau dans chaque immeuble pour une fourniture collective de chauffage et d’ECS.

- Scénario 3 : PAC aérothermique + PAC Thermodynamique + Solaire thermique

Ce scénario est le même que le scénario 2 sauf que l’on ajoute 2000 m² de panneaux solaires thermiques sur les bâtiments de logements collectifs pour le préchauffage de l’ECS.

- Scénario 4 : Réseau de chaleur

Ce scénario considère le raccordement au réseau de chaleur du Petit-Quevilly dans le cadre du projet d’extension des réseaux de la Métropole. Ce réseau permettra de fournir les besoins en chauffage collectif et ECS.

- Scénario 5 : Chaufferie biomasse collective à plaquettes

Ce scénario implique la création d’un réseau de chaleur à l’échelle du quartier avec une production de chaud à partir d’une chaufferie collective. Cette chaufferie est composée de quatre chaudières biomasse et 2 chaudières d’appoint au gaz. Cette chaufferie alimentera l’ensemble des bâtiments de logements pour la fourniture de chauffage et d’ECS. Chaque bâtiment intégrera une sous-station.

Nous avons opté par cette solution car les prix des plaquettes n’ont pas trop été affectés par la situation géopolitique actuelle. En revanche, une surface importante sera nécessaire pour la chaufferie collective.

4. Étude des scénarios d’approvisionnement énergétique

Hypothèses communes aux scénarios

L’analyse multicritère des scénarios portera sur :

- Impacts surfaciques des équipements dans les bâtiments
 - Analyse énergétique et environnementale :
 - Consommations en énergie finale (EF)
 - Consommations en énergie primaire (EP)
 - Taux de couverture en énergie renouvelables et de récupération (EnR&R)
 - Emissions de gaz à effet de serre (CO₂) liées aux consommations énergétiques (GES)
 - Analyse financière en coût global.
- 4.1.

Nous retenons une durée d’étude des scénarios sur 30 ans d’exploitation.

Nous retenons les facteurs de conversions des énergies finales en énergies primaires issus de la RE2020 :

Vecteur énergétique	<i>fp,nr</i>
Electricité du réseau national	2,3
Gaz, charbon, produits pétroliers Biomasse	1

Nous retenons également les facteurs d’émission de GES (Gaz à effet de serre) de la RE 2020 selon le tableau suivant :

Electricité - Chauffage	0,079 kg eq CO ₂ /kWh _{ef}
Electricité - Eclairage Résidentiel	0,069 kg eq CO ₂ /kWh _{ef}
Electricité - Autre usages	0,064 kg eq CO ₂ /kWh _{ef}
Electricité – ECS	0,065 kg eq CO ₂ /kWh _{ef}
Réseau de chaleur	0,056 kg eq CO ₂ /kWh _{ef}
Combustion bois (plaquette)	0,024 kg eq CO ₂ /kWh _{ef}

Nota : Nous ne tiendrons pas compte dans l’évaluation des émissions de GES des fuites de fluides frigorigènes des systèmes énergétiques étudiés ainsi que des autres émissions des polluants atmosphériques (COV, NO_x, CO, Particules, etc..).

Nota 2 : Par défaut, dans ce calcul nous ne considérons pas comme ENR les systèmes de chauffage/refroidissement par air, par exemple du type PAC air-eau.

Nous adaptons les hypothèses de coût d’investissement et d’exploitation, ainsi que des prix de l’énergie pour un début d’exploitation en 2026/2027 puis adaptées pour chaque année d’exploitation :

- Actualisation des coûts d’équipements sur l’hypothèse d’une inflation annuelle à 1,5%
- Actualisation des coûts d’énergies tels que le gaz et l’électricité de 4%
- Actualisation des coûts des produits solaires : 1%

Le coût des énergies correspondant est détaillé dans chaque scénario.

Besoins énergétiques

Le projet comprend au total 10 immeubles de logements. Le projet prévoit l’aménagement d’environ 1 500 m² de commerces et activités à rez-de-chaussée et environ 51 000 m² résidentiels (783 logements) en immeuble collectif. La programmation résidentielle surpasse donc de loin les besoins énergétiques du reste du quartier. A ce titre, les besoins énergétiques sont comptés dans les besoins résidentiels.

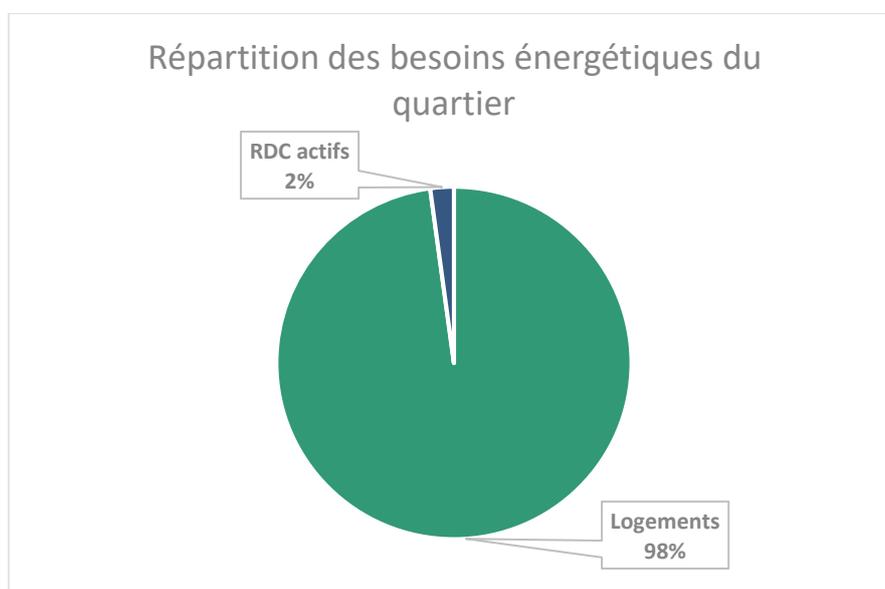
Le tableau ci-dessous présente les estimations de besoins énergétiques annuels et de puissances pour les usages chauffage, ECS, et électriques. Ces besoins ont été déterminés grâce à des retours d’expériences de TERAO.

Les besoins énergétiques pour les équipements retenus sont donc :

Total parcelle	Chaud	ECS	Electricité	Dont éclairage
Besoins annuels (MWh/an)	2 606	1 542	1 836	219
Besoins surfaciques annuels (kWh/m ² /an)	50	29	35	4
Puissance maximale appelée (kW)	2 601	1 122	-	-
Densité maximale appelée (W/m ²)	51	22	-	-

Bien que certaines programmations aient potentiellement besoins de froid (crèche, centre médical etc.) durant une partie de l’année, au vu des besoins totaux à l’échelle du quartier nous considérons qu’il n’y a pas de concomitance des besoins chaud/froid.

Répartition des besoins énergétiques totaux (hors besoins électriques) selon les 3 typologies de bâtiments :



La part de logements collectifs dans les besoins énergétiques du quartier étant prépondérante (98 %) sur les besoins en chaud/froid/ECS, c’est sur cette typologie particulière où nous allons nous concentrer dans cette étude. Une fois la meilleure solution énergétique choisie pour les immeubles collectifs, une adaptation au cas par cas du reste des bâtiments sera réalisée en fonction des besoins précis de ceux-ci.

Scénario 1 (référence) : Chauffage électrique Joule

4.3.1.Choix techniques et impacts techniques et surfaciques

Pour le scénario de référence nous considérons le détail des installations comme suit :

4.3. Production chaud	Chauffage par convecteur électrique dans chaque pièce d’une puissance par logement de 3,5 kW
ECS	ECS : 1 ballon en Semi-instantanée de 1,5 kW pour chaque logement.
Perte de distribution	Les pertes en distribution au sein de chaque bâtiment sont estimées à : <ul style="list-style-type: none"> • 0% pour le chauffage • 0% pour l’ECS
Investissement	Coût d’un convecteur électrique : 270 €HT/kW Coût d’un ballon ECS semi-instantané électrique : 400 €HT/kW
Prix de l’énergie	Electricité : 174 €HT/MWh
Entretien / maintenance	Aucun entretien annuel prévu dans le cadre de ces installations totalement individuelles. Maintenance décennale et remplacement des équipements estimé à 30% de l’investissement initiale, soit environ 700 euros / logements / 10 ans.

4.3.2.Analyse énergétique et environnementale

Tenant compte des besoins en énergie calculés ainsi que des rendements des équipements du scénario, les consommations en énergies finales et en énergies primaires sont estimées :

Consommations énergie finale (MWhEF/an)	Consommations énergie primaire (MWhEP/an)	Emissions GES (T eq CO2)		Taux de couverture EnR&R
		Par an	Sur 30 ans	
5 983	13 762	426	12 774	0%

4.3.3.Analyse économique et technique

Les coûts unitaires découlent de catalogues fournisseurs et de marchés de travaux récents, qui sont actualisés (inflation) pour tenir compte de l’évolution des prix.

La synthèse des coûts en cycle de vie pour les 2 lots se présente donc comme suit (en €HT) :

Synthèse quartier Jardins des Pépinières	Coût en €HT
Investissement total	1 240 000 €HT
Approvisionnement énergie Total	73 150 000 €HT
Entretien /Maintenance total	465 000 €HT
Coût global	74 855 000 €HT

Dans ce scénario, les coûts globaux sont largement dominés par l’approvisionnement en énergie et plus particulièrement par l’approvisionnement en électricité.

Scénario 2 : Chauffage PAC aérothermique et ECS thermodynamique

4.4.1. Choix techniques et impacts techniques et surfaciques

Pour ce scénario, nous considérons le détail des installations comme suit :

4.4. Production chaud	Chauffage et refroidissement par PAC réversibles Air/eau basse températures collectives par bâtiment collectif : <ul style="list-style-type: none"> • 1 PAC par bâtiment entre 150 et 300 kW selon le type de bâti • Un total de 2685 kW installé • Un COP moyen estimé de 3
ECS	Système d’ECS collective par bâtiment avec un ballon de stockage reliée à une PAC installé sur le retour de boucle d’eau du système de chauffage : <ul style="list-style-type: none"> • 1 PAC par bâtiment pour un total de 1158 kW • Un COP moyen estimé de 3
Perte de distribution	Les pertes en distribution au sein de chaque bâtiment sont estimées à : <ul style="list-style-type: none"> • 10% pour le chauffage • 30% pour l’ECS
Investissement	Les hypothèses prises en investissement sont les suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Coût d’une PAC basse température : 400 €HT/kW • Coût d’une PAC ECS sur boucle d’eau : 450 €HT/kW
Prix de l’énergie	Electricité : 174 €HT/MWh
Entretien / maintenance	Coût de l’entretien annuel : 3% de l’investissement initial Coût de la maintenance décennale : 70% de l’investissement initiale,
Emprise des locaux techniques	Prévoir un espace en toiture d’environ 10 - 15m ² pour la PAC air/eau de chaque bâtiment. Prévoir un local technique intérieur pour le système ECS et stockage avec PAC d’environ 25m ²

4.4.2. Analyse énergétique et environnementale

Tenant compte des besoins en énergie calculés ainsi que des rendements des équipements du scénario, les consommations en énergies finales et en énergies primaires sont estimées :

Consommations énergie finale	Consommations énergie primaire	Emissions GES		Taux de couverture EnR&R
		Par an	Sur 30 ans	
3 459 MWh _{ef} / an	7 957 MWh _{ep} /an	239 Teq CO ₂	7 160 Teq CO ₂	0%

Dans ce calcul nous ne considérons pas les systèmes de chauffage à air, type PAC air-eau, comme système à énergie renouvelable, d’où un taux de couverture EnR&R nul.

4.4.3. Analyse économique et technique

Les coûts unitaires découlent de catalogues fournisseurs et de marchés de travaux récents, qui sont actualisés (inflation) pour tenir compte de l’évolution des prix d’ici 2025.

La synthèse des coûts en cycle de vie se présente donc comme suit (en €HT) :

Synthèse quartier Jardins des Pépinières	Coût en €HT
Investissement total	1 671 000 €HT
Approvisionnement électrique Total	48 515 000 €HT
Entretien /Maintenance total	3 724 000 €HT
Coût global	53 910 000 €HT

Scénario 3 : Chauffage et ECS thermodynamique avec solaire thermique

4.5.1. Choix techniques et impacts techniques et surfaciques

Pour ce scénario, nous considérons le détail des installations comme suit :

4.5. Production chaud	<p>Chauffage et refroidissement par PAC réversibles Air/eau basse températures collectives par bâtiment collectif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 PAC par bâtiment entre 150 et 300 kW selon le type de bâti • Un total de 2685 kW installé • Un COP moyen estimé de 3
ECS	<p>Système d’ECS collective par bâtiment avec préchauffage solaire et appoint par PAC installé sur le retour de boucle d’eau du système de chauffage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 PAC par bâtiment pour un total de 462 kW • Un COP moyen estimé de 3 • Entre 150 m² et 200 m² de surface de panneaux solaire thermique par bâtiment selon le nombre de logements pour un total de 2000 m² de panneaux thermiques. Taux de couverture des besoins ECS estimé : 60 %
Perte de distribution	<p>Les pertes en distribution au sein de chaque bâtiment sont estimées à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10% pour le chauffage • 30% pour l’ECS
Investissement	<p>Les hypothèses prises en investissement sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coût d’une PAC basse température : 400 €/HT/kW • Coût d’une PAC ECS sur boucle d’eau : 450 €/HT/kW • Coûts des panneaux thermiques : 750 €/HT/m²
Prix de l’énergie	Electricité : 174 €/HT/MWh
Entretien / maintenance	<p>Coût de l’entretien annuel : 2 % de l’investissement initial</p> <p>Coût de la maintenance décennale : 70 % de l’investissement initiale</p>
Emprise des locaux techniques	<p>Prévoir un espace en toiture d’environ 10 – 15 m² pour la PAC air/eau de chaque bâtiment.</p> <p>Entre 150 m² et 200 m² de panneaux solaires thermiques par bâtiment représentant environ 15 % de la surface de toiture disponible.</p> <p>Prévoir un local technique intérieur pour le système ECS et stockage avec PAC d’environ 25 m²</p>

4.5.2. Analyse énergétique et environnementale

Tenant compte des besoins en énergie calculés ainsi que des rendements des équipements du scénario, les consommations en énergies finales et en énergies primaires sont estimées :

Consommations énergie finale	Consommations énergie primaire	Emissions GES		Taux de couverture EnR&R
		Par an	Sur 30 ans	
3 052 MWh _{ef} / an	7 020 MWh _{ep} /an	212 Teq CO ₂	6 365 Teq CO ₂	16 %

Dans ce calcul nous ne considérons pas les systèmes de chauffage à air, type PAC air-eau, comme système à énergie renouvelable, d’où un taux de couverture EnR&R faible, uniquement dû aux panneaux solaires thermiques. En revanche on constate que ces systèmes réduisent significativement les consommations en énergie finale et les émissions de GES.

4.5.3. Analyse économique et technique

Les coûts unitaires découlent de catalogues fournisseurs et de marchés de travaux récents, qui sont actualisés (inflation) pour tenir compte de l’évolution des prix d’ici 2025.

La synthèse des coûts en cycle de vie se présente donc comme suit (en €HT) :

Synthèse quartier Jardins des Pépinières	Coût en €HT
Investissement total	2 845 000 €HT
Approvisionnement électrique Total	44 540 000 €HT
Entretien /Maintenance total	3 813 000 €HT
Coût global	51 199 000 €HT

Scénario 4 : Réseau de chaleur

4.6.1.Choix techniques et impacts techniques et surfaciques

Pour le scénario de référence nous considérons le détail des installations comme suit :

4.6. Production chaud / ECS	Dans chaque Immeuble : <ul style="list-style-type: none"> 1 sous-station composée d’un échangeur base température pour le chaud et d’un échangeur haute température pour l’ECS
Réseau de Chaleur Urbain	Les pertes de distribution dans l’ensemble des réseaux (RCU + bâtiment) pour des températures de bouclage d’eau tempérée d’environ 35°C/25°C sont estimées à 10 % pour le chauffage et 30% pour l’ECS
Investissement	Coûts des échangeurs et sous-stations – 150 €/HT/kW Les coûts d’extension du réseau ne sont pas pris en compte car considéré pris en charge par le gestionnaire du réseau
Prix de l’énergie	Réseau de chaleur : <ul style="list-style-type: none"> - Part fixe : 32 €/HT/kW - Part variable : 57 €/HT/MWh Electricité : 174 €/HT/MWh
Entretien/maintenance	Entretien annuel évalué à 2% de l’investissement Maintenance décennale estimée à 70% de l’investissement
Emprise des installations	Au sein de chaque bâtiment : <ul style="list-style-type: none"> - Sous-station d’environ 20m²

4.6.2.Analyse énergétique et environnementale

Tenant compte des besoins en énergie calculés ainsi que des rendements des équipements du scénario, les consommations en énergies finales et en énergies primaires sont estimées :

Consommations énergie finale (MWhEF/an)	Consommations énergie primaire (MWhEP/an)	Emissions GES (T eq CO2)		Taux de couverture EnR&R
		Par an	Sur 30 ans	
6 706	5 781	392	11 775	47 %

Dans ce calcul nous considérons que le réseau de chaleur du Petit Quevilly est actuellement verdi à 68 % mais le projet d’extension des réseaux de chaleur vise l’objectif de 85 % d’énergies renouvelables.

4.6.3.Analyse économique et technique

Les coûts unitaires découlent de catalogues fournisseurs et de marchés de travaux récents, qui sont actualisés (inflation) pour tenir compte de l’évolution des prix d’ici 2025.

La synthèse des coûts en cycle de vie se présente donc comme suit (en €HT) :



Synthèse quartier Jardins des Pépinières	Coût en €HT
Investissement total	606 000 €HT
Approvisionnement électrique Total	50 670 000 €HT
Entretien /Maintenance total	779 000 €HT
Coût global	52 055 000 €HT

Scénario 5 : Chaufferie biomasse collective

4.7.1. Choix techniques et impacts techniques et surfaciques

Pour ce scénario, nous considérons le détail des installations comme suit :

4.7 Production de chaud + ECS	<p>Chaufferie du quartier comprenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 chaudières à plaquette bois de 750 kW chacune assurant en base 80% des besoins, rendement 85% • 2 chaudières d’appoint gaz de 400 kW chacune assurant 20% des besoins, rendement 95%
Réseau de Chaleur Urbain	Les pertes de distribution dans l’ensemble des réseaux (RCU + bâtiment) pour des températures de bouclage du réseau urbain d’environ 100°C/60°C sont estimées à 20% pour le chauffage et 40% pour l’ECS
Investissement	<ul style="list-style-type: none"> • Chaufferie bois collective : 500 €HT/kW • Chaudière d’appoint gaz collective : 80 €HT/kW
Prix de l’énergie	<ul style="list-style-type: none"> • Plaquettes bois : 32 €HT/MWh • Gaz : 89 €HT/MWh • Electricité : 174 €HT/MWh
Entretien/Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien annuel évalué à 2% de l’investissement. • Maintenance décennale évalué à 70% de l’investissement
Emprise des installations	<ul style="list-style-type: none"> • Silo à bois maçonné : 30 m² attendant à la chaufferie • Chaufferie : de 200 à 300 m² pour l’installation des 6 chaudières + silo (dépend de la durée d’autonomie visée) • Sous-station par immeuble : Prévoir environ 15 m² par bâtiment

4.7.2. Analyse énergétique et environnementale

Tenant compte des besoins en énergie calculés ainsi que des rendements des équipements du scénario, les consommations en énergies finales et en énergies primaires sont estimées :

Consommations énergie finale	Consommations énergie primaire	Emissions GES (T eq CO ₂)		Taux de couverture EnR&R
		par an	sur 30 ans	
8 593 MWh _{ef} /an	5 679 MWh _{ep} /an	578	17 325	50 %

Le chauffage constituant une part importante des besoins du projet, l’utilisation du bois énergie permet d’atteindre un niveau élevé pour le taux de couverture en EnR&R.

A noter, que les chaudières biomasses brûlent le bois et par conséquent émettent des polluants dans l’atmosphère. Des filtres à hautes performances devront être installés pour limiter cet effet néfaste sur la santé des personnes.

4.7.3. Analyse économique et technique

Les coûts unitaires découlent de catalogues fournisseurs et de marchés de travaux récents, qui sont actualisés (inflation) pour tenir compte de l’évolution des prix.

La synthèse des coûts en cycle de vie pour le quartier se présente donc comme suit (en €HT) :

Synthèse quartier Joliot-Curie	Coût en €HT
Investissement total	1 635 k €HT
Approvisionnement énergie Total	49 620 k €HT
<i>Approvisionnement bois</i>	<i>9 513 k €HT</i>
<i>Approvisionnement gaz</i>	<i>7 435 k €HT</i>
<i>Approvisionnement élec</i>	<i>32 672 k €HT</i>
Entretien /Maintenance total	4 098 k €HT
Coût global	55 353 k €HT

5. Etude de rentabilité des systèmes complémentaires

Panneaux photovoltaïques

Les hypothèses d’étude de la solution photovoltaïque sont les suivants :

- Surface de toiture totale des bâtiments de logements : estimée à 12 292 m²
- Surface de toiture disponible au PV : 8 000 m²
- 5.1. ➤ Surface de toiture retenue : 283 m² (soit environ 25 m² par bâtiment)
- Densité de puissance : 185 Wc/m² (équivalent à un panneau monocristallin)
- Puissance de l’installation : 52 kWc
- Productivité solaire du site : 950 kWh_{ef}/kWc (moyenne de la région).

A partir de ces données nous pouvons estimer la production moyenne annuelle de l’installation à **49 MWh_{ef}/an**.

Une surface de 283m² de panneaux PV est basée sur l'information qui nous a été transmise. Au regard de la surface de toiture disponible, on considère que cette quantité de capteurs est faible, et cela vient couvrir seulement une infime part des besoins électriques totaux (voir plus bas). **Néanmoins, cette quantité permettrait d’atteindre un niveau équivalent à E3 du référentiel énergie-carbone pour les scénarios réseau de chaleur et chaufferie biomasse (grâce à taux élevé d’EnR)**. Pour le scénario PAC avec solaire thermique, une surface de l’ordre de 3 000m² permettrait d’atteindre le niveau E3. Sans solaire thermique, la surface PV nécessaire monte à 5 000m².

Les consommations d’électricité du quartier varient selon le type d’approvisionnement retenu entre 1 800 MWh/an (scénario avec chauffage/ECS par réseau de chaleur ou biomasse) et au moins **6 000 MWh_{ef}/an** (chauffage et ECS effet Joule). La couverture des besoins d’électricité du quartier se situe donc entre 1 % et 3 % suivant le scénario retenu.

A partir de retour d’expérience TERA0, nous estimons l’autoconsommation d’une telle installation à 100 %. Par ailleurs l’installation de panneaux photovoltaïque peut être réalisée comme une installation hybride photovoltaïque + thermique permettant d’augmenter les bénéfices énergétiques pour une surface d’emprise égale et un faible surcoût.

Le coût d’une installation de panneaux photovoltaïque est estimé à environ 1 200 €/kWc soit un investissement total pour une installation de ce type de **62 000 euros**.

L’entretien/maintenance de l’ensemble du système est évalué à environ 1 600 euros/an.

A partir de ces données et sans compter dans notre étude de potentielles subvention ou de revente de l’électricité sur le réseau, nous estimons **le temps de retour sur investissement est de l’ordre de 10 ans**.

Sur 30 ans, l’installation permettrait une économie d’environ 256 000 euros en coût global (investissement et exploitation compris).

Cette solution est donc intéressante financièrement et environnementalement et peut-être ajoutée à chacun des scénarios présentés précédemment. Néanmoins, cette solution nécessiterait de fortement contribuer les toitures. Il serait difficilement possible de les végétaliser et qu’elles puissent ainsi contribuer à la lutte contre les ICU, la préservation de la biodiversité urbaine et la gestion des eaux pluviales.

Système de récupération d’énergies sur eaux grises

Le système de récupération de chaleur sur eaux usées est de type Power-pipe. Les récupérateurs de chaleur sont placés en pied des colonnes d’eaux usées, l’eau froide préchauffée alimente directement le ballon d’ECS principal. Les retours d’expérience sur plusieurs opérations de mêmes envergures considérant les mêmes hypothèses de dimensionnement donnent une couverture des besoins ECS de 24% par la récupération de chaleur sur les eaux usées. Les écoulements hydrauliques se font gravitairement pour les eaux usées et sans surpression pour l’eau froide/préchauffée, le système ne rajoute pas de consommations énergétiques. Dans le cadre de notre étude nous retenons une couverture des besoins ECS à 20%.

L’investissement dans un système Power-Pipe centralisé (avec plusieurs échangeurs) est d’environ 8 000 euros. On considère que l’on installe un Power-Pipe par bâtiment. L’investissement total de ce système s’élève à environ 90 000 euros.

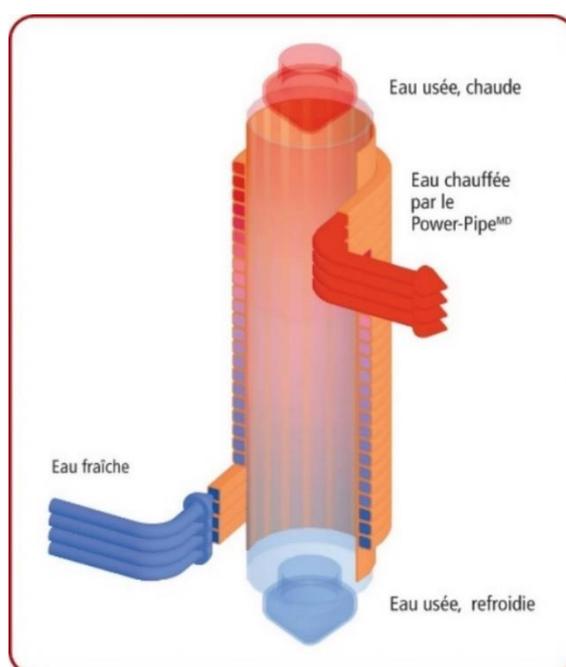
Ce système ne nécessite pas de maintenance supplémentaire.

Ce scénario est compatible avec l’ensemble des solutions énergétiques collectives proposées dans les scénarios. Nous considérons cependant que pour éviter la démultiplication des systèmes, cette solution n’est pas compatible à la solution 3, réalisant le préchauffage de l’ECS pour solaire thermique.

Ci-dessous nous avons reporté le tableau des bénéfices que cette solution apporterait dans les scénarios compatibles :

	Scénario 1 : Effet Joule	Scénario 2 : Aérothermie	Scénario 4 : Réseau de chaleur	Scénario 5 : Biomasse collective
Réduction des consommations	-308 kWh _{eff} /an	-133 kWh _{eff} /an	-400 kWh _{eff} /an	-635 MWh _{eff} /an
Bénéfices financiers sur 30 ans	-3 000 k€ HT	-1 300 k€ HT	-1 170 k€ HT	-1 660 k€ HT

Cette solution est donc intéressante financièrement et environnementalement et peut-être ajoutée à chacun des scénarios étudiés ici.



6. Présentation de TERAO



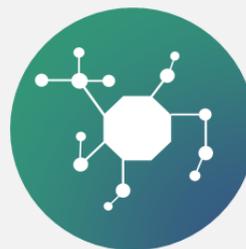
Société de conseil et d’ingénierie

Pionnière depuis 25 ans



40 personnes

Paris, Shanghai et Bogota



Solutions pluridisciplinaires

Pour le bâtiment et la ville durables



Nous intervenons notamment en tant que :



AMO et MOE Développement Durable & Innovation de Bâtiments et de Quartiers



Assistant Technique pour la Coopération internationale sur l’Efficacité Énergétique



AMO et MOE pour la Garantie de performance énergétique

TERAO Paris – Siège social
10, Cité de Trévise, 75009 Paris
Tél : +33 (0)1 42 46 06 63
Contact : contact@terao.fr / www.terao.fr

TERAO Shanghai
Haifang Road Lane 555, Building 20, No. 401
Jing’An District, Shanghai
Tel : +86 173 02 17 81 98
Contact : mramos@teraochina.cn / www.teraoasia.com

TERAO Lyon
La Cordée Valmy, 6 Place Dumas de Loire, 69009 Lyon
Tél : +33 (0)4 81 68 01 05
Contact : contact@terao.fr / www.terao.fr

TERAO Bogota
Calle 70 # 11 – 48, Piso 2 – Bogotá, Colombia
Tel : +57 (1) 805 0833
Contact : adminco@terao.fr / www.terao.com.co



Un monde durable n'émergera pas sans vous

Nous vous y aidons



Stratégie Carbone Quartier – V3

Les Jardin des Pépinières – Rouen (76)

08/11/2022

Référence du document	221107_Altarea Cogedim_Rouen_Stratégie carbone Quartier_ V.3	
Distribution	ALTAREA COGEDIM	
Version | Date	V.3	08/11/2022
Rédigé par	Amélie Bernier	
Vérifié par	Mathieu Kerrien	
Historique des versions	V.1 – Version initiale – juillet 2022	
	V.2 – Mise à jour données de programmation – 25 octobre 2022	
	V.3 – Mise à jour – corrections MOA – 08 novembre 2022	

Sommaire

	Introduction – Contexte	5
	Synthèse de l'étude.....	6
	Analyse du Cycle à l'Échelle Quartier, points clés	8
	Préambule – Analyse de Cycle de Vie – Bilan Carbone	8
1.	Ordres de grandeur	9
2.	Etats des lieux des démarches existantes et à venir	10
3.	Données d'entrée.....	11
3.1.	3.2.	
3.2.	Périmètre de l'étude	11
3.3.		
4.	Définition du scénario de référence	11
4.1.	Matériaux	12
4.2.	Energie	13
4.3.	Mobilité	13
4.4.	Espaces publics et captation carbone	14
4.5.	Déchets	15
4.6.	Eaux	15
4.7.	Chantier	16
4.8.		
4.9.		
5.	Résultats du Projet	17
5.1.	Matériaux	18
5.2.	Energie	19
5.3.	Mobilité	20
5.4.	Déchets	20
5.5.	Eaux	21
5.6.	Chantier	22
5.7.	Espaces publics et captation carbone	22
6.	Comparaison du scénario de référence et projet.....	23
6.1.	Résultats de comparaison	23
6.2.	Captation Carbone	24
6.3.		
7.	Solutions bas Carbone pour réduire l'empreinte carbone	25
7.1.	Matériaux	25
7.2.	Mobilité	34
7.3.	Espaces publics et captation carbone liée aux végétaux	35

	Energie	36
	Déchets	37
	Chantier	37
	Compensation carbone	38
	Annexe 1 – Fiches préconisations bas carbone	39
7.4.		
7.5.	Annexe 2 – Périmètre de l'étude ACV Quartier	44
7.6.	Périmètre Opérationnel	44
8.	Durée d'étude	47
9.		
10.	Indicateurs retenus	48
10.1.	Limites de l'étude	50
10.2.		
10.3.	Présentation de TERAO	52
10.4.		

Introduction – Contexte

Dans le cadre du projet des Pépinières, ALTAREA COGEDIM et VIRGIL, en adéquation avec Rouen Habitat, souhaitent travailler sur une conception du quartier et des bâtiments s'inscrivant dans une approche bas carbone par la réalisation d'une Analyse du Cycle de Vie du projet d'aménagement et souhaitent proposer une solution de compensation carbone sur une partie des émissions carbone.

1. Tout d'abord, on rappelle qu'une opération de compensation carbone ne peut être pertinente sans un travail sur la réduction préalable des émissions carbone.

Ce document a ainsi pour objectif :

- d'introduire les notions d'Analyse de Cycle de Vie à l'échelle d'un Quartier
- de définir des cadres de comparaison pour situer le projet et ses variantes en matière de performances environnementales
- de réduire l'empreinte carbone du quartier en proposant des solutions sur les postes les plus impactants.

Cette étude intègre l'intégralité du quartier des Pépinières, y compris les lots non attribués à ALTEREA COGEDIM.



Cette notice intègre également les conclusions de la Stratégie d'approvisionnement local en matériaux biosourcés, pour appuyer les optimisations identifiées pour l'indicateur Matériaux.

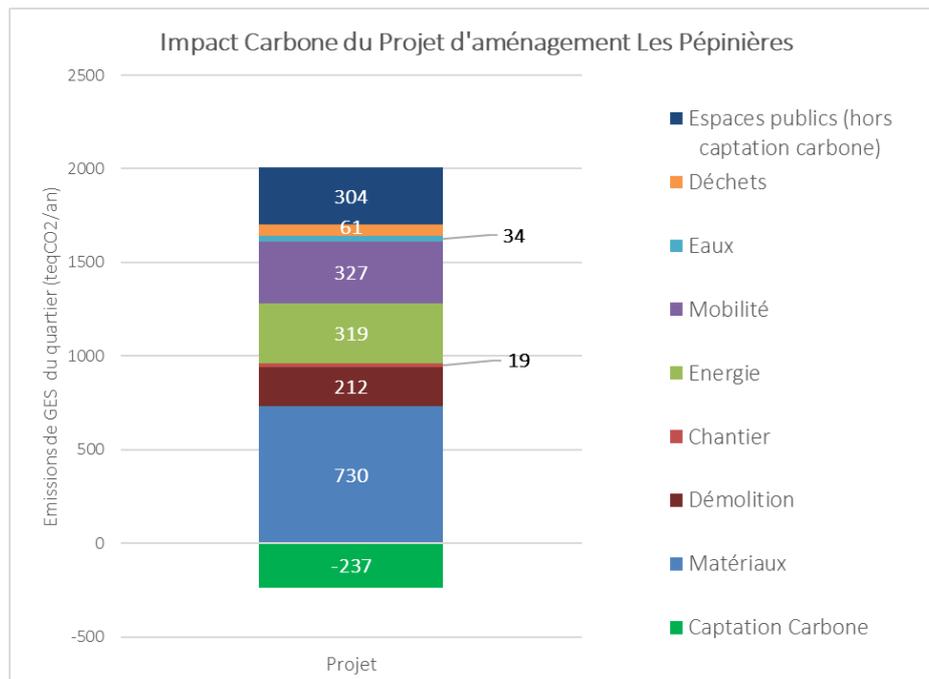
Synthèse de l'étude

A ce stade du projet d'aménagement, on obtient une empreinte carbone globale du quartier de **2 000 tCO₂/an** hors captation carbone, étudiée pour une durée de vie de 80 ans, soit **160 000 tonnes** de CO₂ sur 80 ans.

La captation carbone due à la mise en place d'une part importante d'arbres, permet de compenser en partie cet impact, à hauteur d'environ 240 tCO₂/an.

2.

La répartition de cette empreinte carbone est présentée dans le graphe ci-dessous :

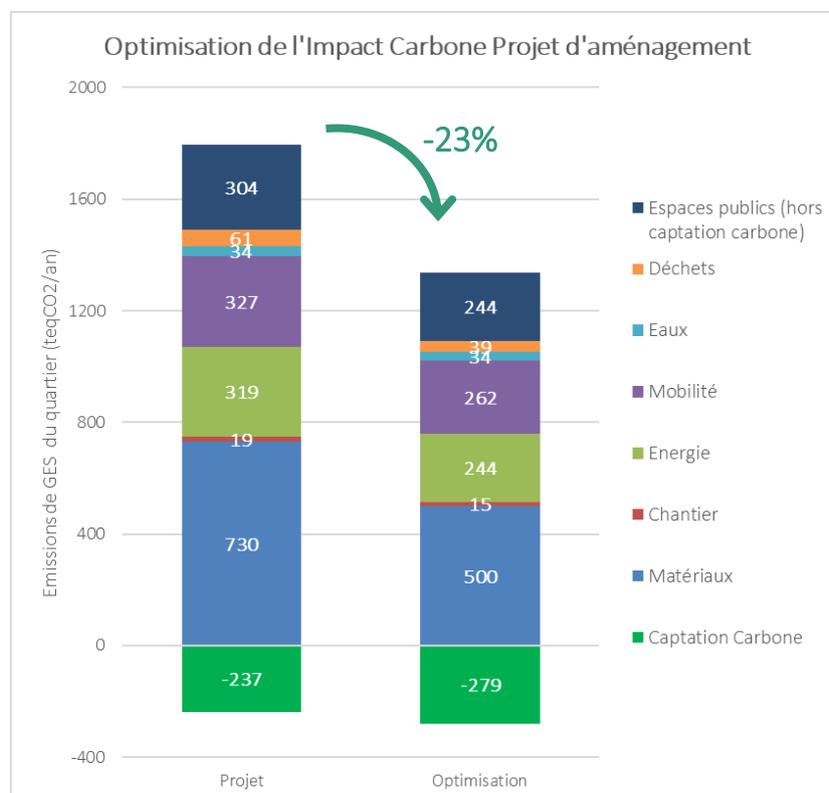


L'impact de chaque catégorie est ainsi résumé ci-dessous :

- **Les matériaux** : c'est le poste le plus important sur ce quartier, représentant **47%** de l'empreinte carbone globale du quartier, **dont 11% pour la démolition des 10 bâtiments (3 bâtiments ont déjà été démolis)**. Cependant c'est un poste sur lequel l'aménageur et les promoteurs ont un levier d'action important (**pour les 7 bâtiments existants encore à démolir**).
Pour réduire cette empreinte, on a étudié différentes solutions que vous trouverez dans la partie 6.1 du rapport. La démolition des 10 bâtiments, d'une surface totale de 56 000m² induit un impact de **210 teqCO₂/an**. Même si les matériaux ne peuvent pas être valorisés sur site, mettre en place du réemploi ex-situ serait pertinent avec la démarche Bas carbone du quartier.
- **L'énergie** : ce poste représente **16%** du quartier. Il est généralement beaucoup plus élevé. Cependant, avec le raccordement au réseau de chaleur urbain du Petit Quevilly, le respect des seuils RE2025 par les bâtiments (et une performance énergétique compatible à un niveau Energie 3 dans le cadre de cette ACV Quartier qui est basée sur la méthodologie E+C), ce poste est déjà nettement réduit par rapport à un projet d'aménagement classique. En effet, ce réseau de chaleur dont l'énergie est issue de l'incinération des déchets, est assez vertueux avec un **taux d'ENR actuel de 70% (taux pris en compte pour cette étude)** et un taux projeté de 85%. Pour limiter l'impact de l'énergie, il faut désormais travailler au maximum sur les performances thermiques des bâtiments pour réduire les besoins énergétiques.

- **La mobilité** : ce poste représente **16%** de l’empreinte du quartier. La localisation du quartier en milieu urbain constitué et accessible des pôles d’attractifs centraux par les transports en commun, ainsi que toutes les dispositions prises à ce stade pour **la mise en avant des mobilités douces permettent de limiter cette empreinte, ce qui est contrebalancé par la part de la voiture (nombre de stationnements)**. Cependant, des solutions existent pour réduire encore cette empreinte, avec des mobilités alternatives. Ces solutions sont proposées en partie 6.2., et peuvent permettre de réduire de **16%** l’empreinte liée à la mobilité.
- **Les déchets** : ils représentent **3%** de l’empreinte carbone du quartier. Des solutions existent pour réduire la part de déchets par habitant, et peuvent permettre de réduire d’au moins **30%** l’empreinte carbone associée.
- **Les eaux** : ce poste représente **2%** de l’empreinte carbone du quartier.
- **Les espaces publics et la captation Carbone** : ils ont un **impact assez faible** sur ce projet en comparaison d’un projet d’aménagement classique, et représentent **15%** de l’empreinte du quartier en ne tenant pas compte de la captation Carbone. **La captation Carbone qui permet un gain de 240 teqCO₂/an**, ce qui permet à **l’indicateur Espaces publics de se rapprocher de la neutralité Carbone**. Le quartier est entièrement piéton, et largement végétalisé. L’impact des revêtements de sol est donc relativement faible. C’est sur cet indicateur que les aménageurs ont un levier d’action puisqu’ils participent aux choix de conception des espaces publics et on voit bien ici les avantages de la minimisation des espaces imperméabilisés au profit de surfaces végétalisées, qui participent par ailleurs à la gestion des eaux pluviales et à limiter l’effet d’îlot de chaleur urbain (ICU).

En intégrant les solutions proposées, on pourrait ainsi obtenir l’empreinte carbone du quartier suivante :



Avec les solutions proposées dans le document ci-dessous, une réduction de **23%** peut être obtenue sur le projet.

Analyse du Cycle à l'Échelle Quartier, points clés

Préambule – Analyse de Cycle de Vie – Bilan Carbone

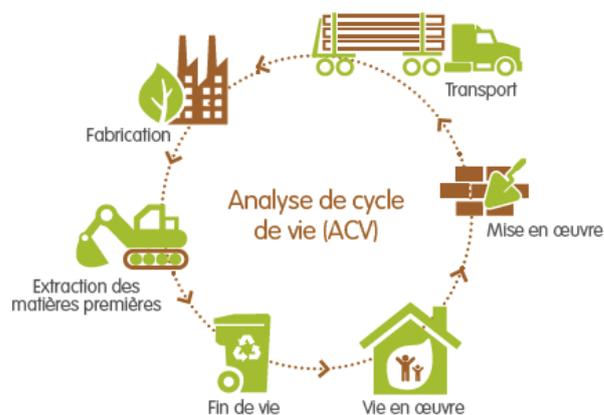
Bilan carbone, ACV ?

3. Une *Analyse de Cycle de Vie (ACV)* est une étude qui quantifie l'ensemble des impacts environnementaux lié à une activité dans un périmètre donné. Elle peut quantifier par exemple les consommations d'énergie, d'eau, les émissions de gaz impactant la couche d'ozone, la production de déchets, etc.

Cette étude peut couvrir soit l'ensemble de la vie d'un bâtiment par exemple (construction, exploitation, démolition...) soit une étape donnée, comme l'impact des matériaux de construction utilisés.

Analyse cycle de vie (ACV)

L'ACV permet de quantifier les impacts d'un « produit », depuis l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination en fin de vie, en passant par les phases de distribution (transport) et d'utilisation. Les différentes phases du cycle de vie d'un produit peuvent impacter l'environnement.



Bilan Carbone

Le terme Bilan Carbone® désigne la méthode développée par l'ADEME et l'Association Bilan Carbone (ABC), qui propose la définition et la mise en œuvre d'une démarche de progrès en matière de GES, d'évaluation et de réduction des GES pour les organisations. Le Bilan Carbone® se réfère à la norme ISO 14064-1.

Schématiquement, il s'agit d'une Analyse de Cycle de Vie ne prenant que l'indicateur des émissions de Gaz à Effet de Serre et pensée à l'échelle d'une organisation.

Ordres de grandeur

1 kgeq.CO₂ ? 1 tonne de CO₂ ?

Il paraît a priori essentiel d'intégrer quelques ordres de grandeur pour assimiler la présente étude et mieux juger de l'impact environnemental lié au projet.

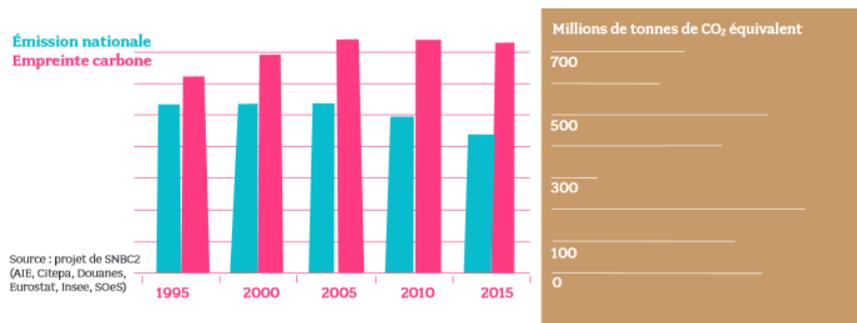
La notion de Tonne Equivalent CO₂ (tCO_{2e} ou t_{eq}CO₂) est de plus en plus utilisée pour évaluer l'impact de nos activités à l'échelle nationale.

L'objectif fixé par la Stratégie Nationale Bas Carbone est d'atteindre l'équivalent de 2 t.eqCO₂/habitant/an à horizon 2050, afin d'atteindre une neutralité carbone compatible avec les objectifs climatiques.

Cette stratégie nationale bas carbone est notamment suivie par l'instance du Haut Conseil pour le Climat, indépendant, publiant chaque année un rapport exhaustif et Grand Public : (www.hautconseilclimat.fr/publications) sur le suivi de la performance de l'état.

A titre indicatif le HCC relève en 2020 une diminution de 0,9% des Gaz à Effet de Serre nationaux en 2019, pour un objectif de diminution fixé de 3,2% par an.

L'empreinte carbone d'un Français sur un an varie légèrement en fonction des modes de compatibilités carbone mais s'approche de 11 tCO_{2e}/an, avec une partie des émissions sur le territoire national et une partie (non négligeable) « externalisée », imputée à nos importations et produits de consommations :



Une répartition communément admise est la suivante :



Autres ordres de grandeur :

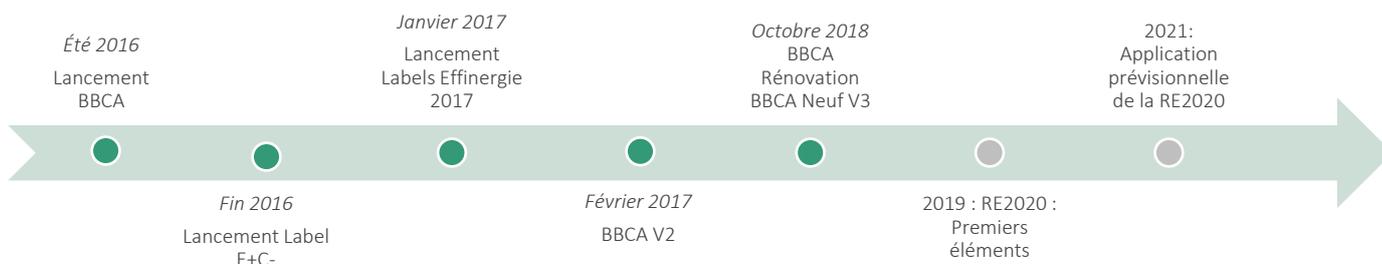
- Un aller-retour Paris- New-York en avion : ~ 1,5 - 2 T.eqCO₂
- 1 L d'essence consommé ~ 3 kgeq CO₂
- 5 km en voiture ~ 1 kgeqCO₂
- 1 burger de viande rouge : ~2,5 kgeq CO₂
- ...

Etats des lieux des démarches existantes et à venir

D'une réflexion à l'échelle bâtiment....

Conscient de cet impact environnemental majeur, la stratégie nationale bas carbone souhaite élargir la réglementation thermique RT2012 en intégrant davantage la notion d'impact carbone (du kWh au kg CO₂/m²) et en élargissant la réflexion à l'impact des matériaux de construction

Le ^{3.3}label Energie-Carbone constitue une étape d'expérimentation et d'apprentissage du socle de la prochaine Réglementation Environnementale RE2020 :



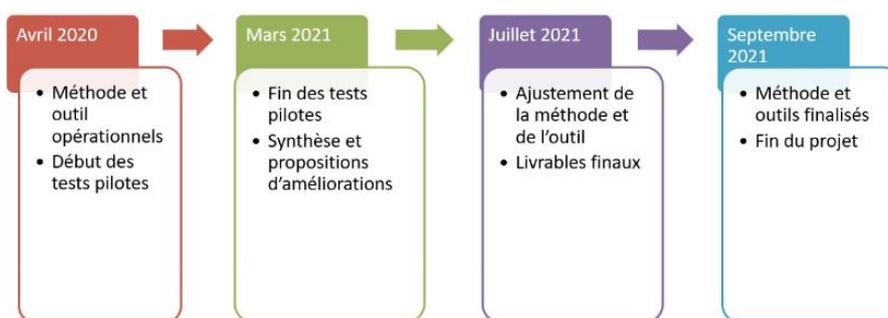
... à l'échelle quartier

Des réflexions sont menées pour élargir progressivement ce cadre de réflexion à l'échelle quartier.

Le projet Quartier E+C- réunit un consortium incluant le CSTB, Elioth, l'Alliance HQE-GBC, Efficacity, Effinergie, Certivéa, l'Association BBCA et Atlantech. Il vise à développer et tester une méthode d'évaluation Énergie Carbone à l'échelle du quartier. Ce projet de recherche et développement s'organise en 3 grandes phases, de la définition du cahier des charges à l'élaboration de la méthode et à son application à 8 projets pilotes.

La méthode Quartier E+C- a pour objectif de quantifier avec une approche en analyse de cycle de vie (ACV) la performance environnementale d'un projet d'aménagement ou d'un quartier. L'application de la méthode Quartier E+C- doit donc permettre d'évaluer les impacts d'un quartier, neuf ou existant, au travers d'une description adaptée (choix de conception et de rénovation, organisation spatiale, fonctionnement en exploitation, etc.).

TERAO participe notamment au développement de l'outil Urbanprint, l'outil de référence pour la mise en application opérationnelle de la méthode Quartier E+C- de l'ADEME. L'outil étant actuellement en cours de test, la diffusion aux acteurs de l'aménagement serait a priori prévue courant **2022 - 2023**.



NOTA :

Dans le cadre de nos échanges avec les différents interlocuteurs en charge du développement de l'outil Urbanprint, TERAO proposera une méthodologie d'étude se rapprochant au mieux des grandes orientations à ce jour esquissées dans le cadre du projet d'expérimentation suivi.

Données d'entrée

Périmètre de l'étude

L'étude prend en compte toute la parcelle du projet, soit une surface de parcelle de 3,17 ha, avec une étude sur les bâtiments, sur les espaces publics et la captation carbone.

4. Pour simplifier notre calcul, nous avons considéré uniquement une seule typologie de bâtiment : les logements. La surface de plancher considérée est de 51 690 m² pour l'ensemble du projet d'aménagement des Pépinières.



4.2. Plan masse du projet

Définition du scénario de référence

Afin d'évaluer les stratégies de développement durable du projet, nous définissons un Scénario de Référence comme point de comparaison. Le Scénario Référence sera défini comme un projet d'aménagement pensé « a minima réglementaire » qui pourrait être construit dans la ville de Rouen, en considérant la même programmation.

Pour ce scénario de référence, les hypothèses sont définies dans les parties ci-dessous.

Matériaux

Les postes d'émissions pris en compte sont :

- tous les lots du référentiel Energie Carbone pour tous les bâtiments du quartier
- la démolition des 10 bâtiments existants présents sur le site

4.3.

Les hypothèses pour le projet sont décrites ci-après :

Catégorie	Scénario projet
Matériaux - Produits de construction	Site existant : <ul style="list-style-type: none"> - Démolition intégrale des 10 bâtiments sans réemploi, soit 56 600 m² de surfaces de plancher démolies (données de l'aménageur) Projet : <ul style="list-style-type: none"> - Surface de plancher de 51 690 m² de logements à construire - Matériaux de constructions « conventionnels » (sans démarche d'écoconception, sans matériaux biosourcés alors que le niveau 1 du label est visé, structure en béton, isolants en laine de roche, menuiseries en aluminium) - Surface de 283 m² de panneaux solaires en toiture (donnée concours) - Surface de 7 100 m² de toitures végétalisées (données paysagiste) - Surface de parking de 12 271 m² en sous-sol
Catégorie	Scénario Référence
Matériaux - Produits de construction	Projet : <ul style="list-style-type: none"> - Surface de plancher de 51 690 m² de logements à construire - Matériaux de constructions « conventionnels » (sans démarche d'écoconception, sans matériaux biosourcés, structure en béton, isolants en laine de roche, menuiseries en aluminium) - Pas de panneaux solaires en toiture - Surface de parking de 12 271m² en sous-sol - Pas de végétalisation des toitures

Energie

Les postes d'émissions pris en compte sont :

- Les consommations énergétiques des bâtiments, tous postes compris
- Les consommations énergétiques pour l'éclairage extérieur des cœurs d'îlots

Les hypothèses sont décrites ci-dessous :

4.4.

Catégorie	Scénario projet
Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Surface de plancher de 51 690 m² de logements - Raccordement au réseau de chaleur à proximité du site, avec un taux ENR=70% et un coefficient CO2 de 0,063 kg/kWh ; pour le chauffage et l'ECS - 283 m² de panneaux solaires prévus à ce stade - Atteinte du seuil RE2025 et compatible avec le Niveau E3 du label E+C- pour les logements (pour l'ACV Quartier basée sur la méthodologie E+C-)
Catégorie	Scénario de référence
Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Surface de plancher de 51 690 m² de logements - Chauffage et ECS au Gaz pour tous les logements - Pas de panneaux solaires - Niveau RT2012-20% (pour l'ACV Quartier basée sur la méthodologie E+C-)

4.5.

Mobilité

Les postes d'émissions pris en compte sont :

- Les déplacements Domicile/Travail des résidents
- Les déplacements pour autres motifs des résidents (commerces de proximité)

Les hypothèses sont décrites ci-dessous :

Catégorie	Scénario projet
Mobilité	<ul style="list-style-type: none"> - Parts modales de la commune de Rouen - 648 places de stationnement pour véhicules - Maximum de locaux vélos en RDC (1 345 m² de locaux) - Atelier de réparation de vélos présent sur site
Catégorie	Scénario de référence
Mobilité	<ul style="list-style-type: none"> - Parts modales de la commune de Rouen - Places de stationnement règlementaires

On considère une bonne accessibilité en transports en commun.

Espaces publics et captation carbone

Les postes d'émissions pris en compte sont :

- L'impact carbone des revêtements extérieurs
- La captation carbone liée aux changements d'occupation des sols

Les hypothèses sont décrites ci-dessous :

4.6.

Catégorie	Scénario projet
Espaces publics	<p>Existant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emprise des bâtiments existants : 6 290 m² - Surface de la parcelle imperméabilisée : 9 650 m² - Surface de la parcelle végétalisée : 15 750 m² - Soit une surface de parcelle de 3 ha <p>Projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emprise des bâtiments du projet : 10 850 m² - Surface de la parcelle imperméabilisée type Béton : 4 530 m² - Surface de la parcelle type Pavé pour les cheminements piétons : 2 260 m² - Surface de la parcelle végétalisée : 14 040 m² dont 30% est considéré en strate arbustive
Catégorie	Scénario de référence
Espaces publics	<p>Existant : identique au projet</p> <p>Projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emprise des bâtiments du projet : identique au projet - 10% de voirie 5% piste cyclable 5% parking en enrobé, 50% de surfaces végétalisées type pelouse et 30% d'espace piétonnier artificialisé en béton

Déchets

Les postes d'émissions pris en compte sont :

- La collecte des déchets (kilomètres parcourus par les véhicules de collecte)
- Le fonctionnement des centres (électricité consommée, activité d'engins sur site, production de consommables, construction des sites)
- 4.7 Le traitement des déchets
- La valorisation des déchets et récupération d'énergie et de matière

Les hypothèses sont décrites ci-dessous :

Catégorie	Scénario projet
Déchets	<ul style="list-style-type: none"> - Quantité de déchets moyenne produite par un habitant (données de l'ADEME) - 1 190 habitants (on considère 1,52 habitants par logement à Rouen) - Compost à l'échelle des lots
Catégorie	Scénario de référence
Déchets	<ul style="list-style-type: none"> - Ratios identiques au projet - Tri standard, sans compostage

4.8. Eaux

Les postes d'émissions pris en compte sont :

- Les consommations d'eau potable en exploitation
- L'assainissement des eaux usées
- Le traitement des eaux pluviales

Les hypothèses sont décrites ci-dessous :

Catégorie	Scénario projet
Eaux	<ul style="list-style-type: none"> - Les consommations d'eau potable sont issues des REX TERA0 pour les logements - Assainissement collectif - Gestion aérienne des eaux pluviales à 100 %
Catégorie	Scénario de référence
Eaux	<ul style="list-style-type: none"> - Les consommations d'eau potable sont issues des REX TERA0 pour les logements - Assainissement collectif

Chantier

Les postes d'émissions pris en compte sont :

- Les consommations liées au chantier
- L'évacuation et l'importation de terres : le diagnostic de pollution des sols conclut à la nécessité de retirer 20 000 m³ de déblais pollués.

4.9.

Les hypothèses sont décrites ci-dessous :

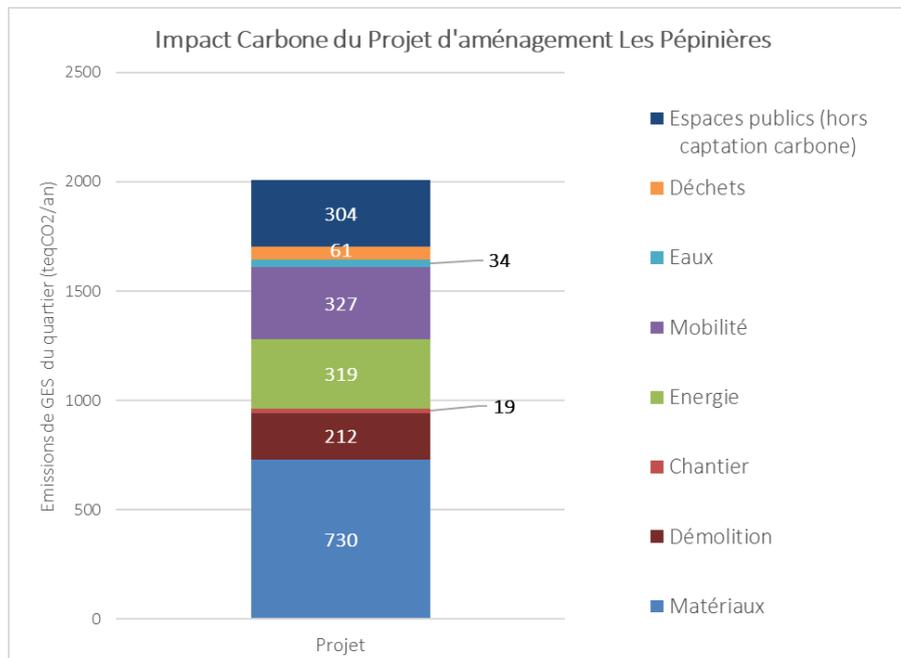
Catégorie	Scénario projet
Chantier	<ul style="list-style-type: none"> - 20 mois de chantier en première approche - Excavation de 3m des bâtiments pour les parkings - 20% de terres excavées réutilisées sur site
Catégorie	Scénario de référence
Chantier	<ul style="list-style-type: none"> - 20 mois de chantier en première approche - Excavation de 3m des bâtiments pour les parkings

Résultats du Projet

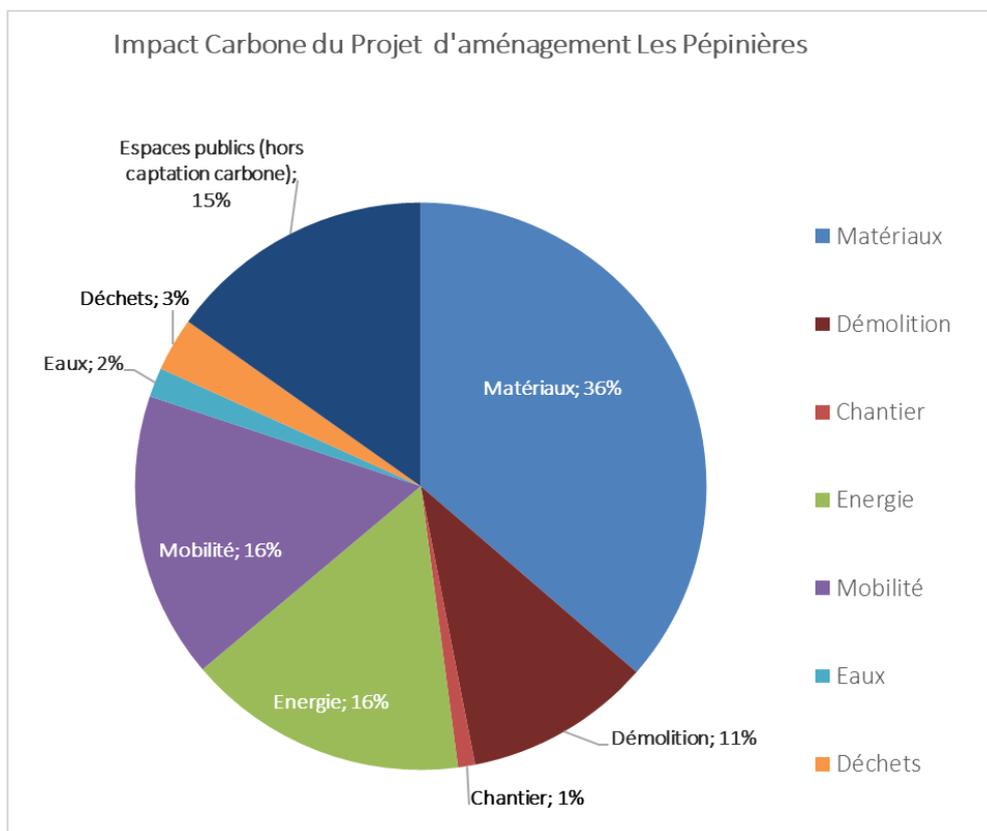
L'impact carbone a ainsi été estimé à **2 000 t CO₂/an** sur le quartier, ce qui correspond à une empreinte carbone de 35 kg CO₂/m²SDP.

Le résultat détaillé par poste est présenté dans le graphe ci-dessous :

5.



Pour mieux comprendre, voici le pourcentage de chaque catégorie étudiée :

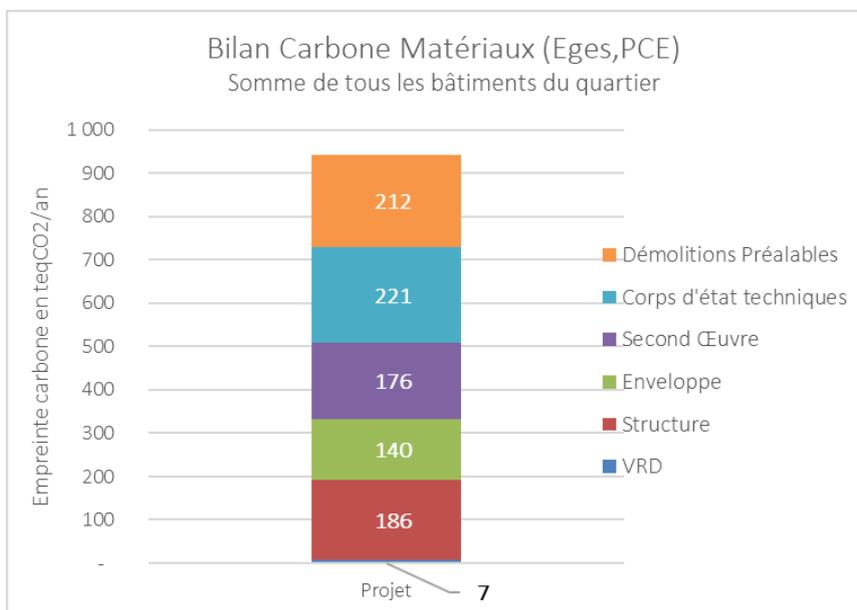


Matériaux

Les matériaux représentent **47%** de l’empreinte carbone du quartier, y compris la partie matériaux issus de la démolition, soit une empreinte de **75 400 t CO₂** sur une durée de vie de 80 ans. C’est le poste le plus impactant sur le projet d’aménagement.

La répartition de cette empreinte est :

5.1.



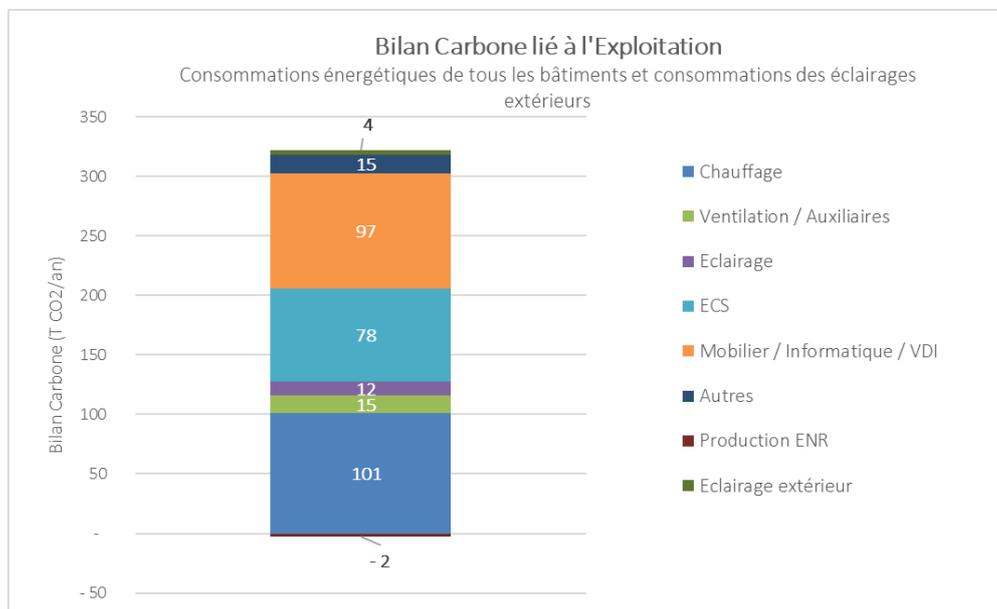
- On remarque que la démolition des bâtiments existants représente une part importante du bilan carbone matériaux (près de 17% de l’impact carbone des matériaux).
Un diagnostic réemploi du site va être réalisé par MOBIUS afin de permettre le réemploi sur d’autres projets à proximité, notamment les bétons des voiries pour en faire des granulats recyclés. Ce réemploi ex-situ ne pourra pas être valorisé dans l’étude ACV Quartier.
- Les corps d’état techniques (CVC, CFO/CFA, Plomberie et Ascenseurs) représentent 25% de l’impact des matériaux. Cependant, les corps d’état techniques sont considérés comme des lots forfaitaires, il est donc difficile de réduire ces postes.
- La structure, l’enveloppe et le second-œuvre représentent 57% de l’empreinte carbone des matériaux. **De nombreuses solutions existent pour réduire leurs impacts, et quelques-unes d’entre elles sont présentées en partie 6.2.**
- La végétalisation des toitures augmente l’impact carbone matériaux du projet de par l’ajout de matière, mais cela permet de répondre à l’enjeu fort du quartier sur la préservation et le développement de la biodiversité, la lutte contre les îlots de chaleur urbains et la gestion des eaux pluviales à la parcelle.

Energie

Les consommations énergétiques représentent 17% de l’empreinte carbone du quartier. C’est le second poste le plus impactant sur le projet d’aménagement.

La répartition du bilan lié à l’énergie est :

5.2.

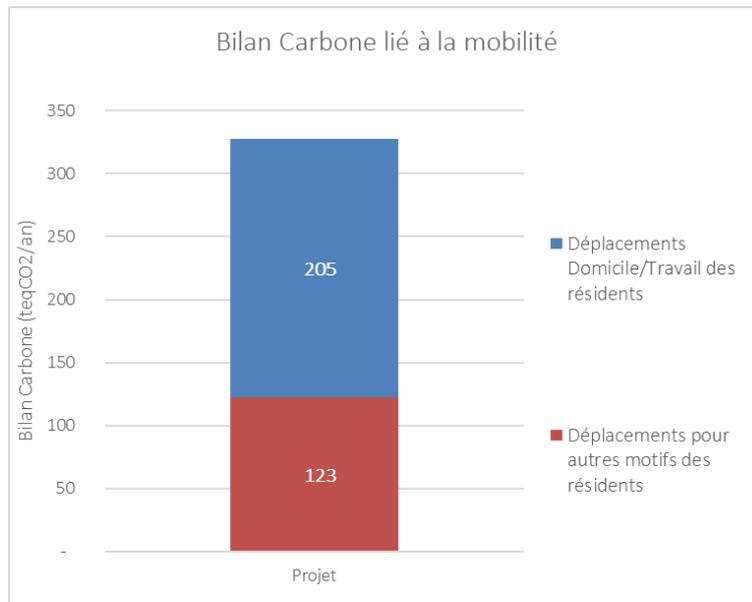


- L’empreinte carbone liée à l’énergie est relativement faible grâce au raccordement du projet au réseau de chaleur vertueux du Petit Quevilly et aux seuils RE2025 visés (niveau E3 pour l’étude ACV Quartier, basée sur la méthodologie E+C-) dans les logements. En l’absence de raccordement à ce réseau, et en chauffant les logements au gaz, l’empreinte carbone serait plus de 2 fois supérieure.
- Avec une surface de 283m² de panneaux solaires prévue sur la base du concours, la production associée est très faible en comparaison des consommations énergétiques totales. Les panneaux ne sont ici pas rentabilisés, et permettent de compenser une consommation d’énergie très faible.

Mobilité

La mobilité représente 17% de l’empreinte carbone globale du projet.

5.3.

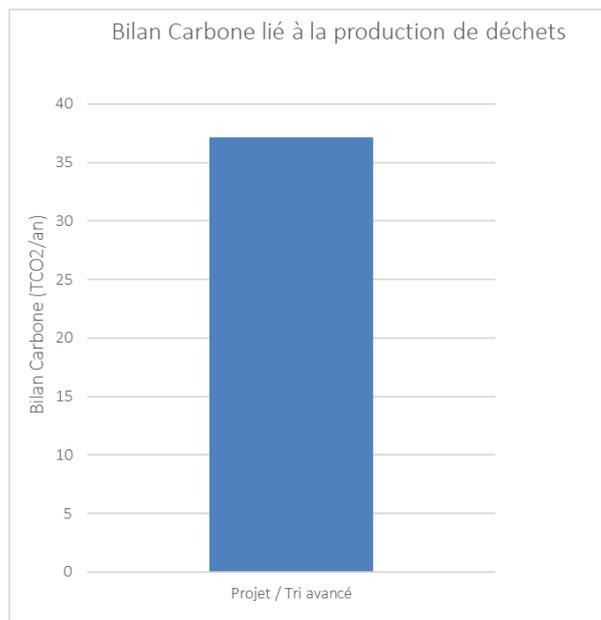


Le projet est situé en centre urbain constitué, à proximité de commerces, de transports en commun, d’écoles, collège et lycée, ce qui permet de limiter les déplacements Domicile/Travail ainsi que les déplacements quotidiens. Néanmoins, le peu de commerces et services prévus, l’absence d’équipements et l’importance des places de stationnement font augmenter l’empreinte carbone du projet liée à la mobilité. Il existe des solutions pour réduire l’empreinte carbone des habitants qui sont proposées en partie 6.3.

5.4.

Déchets

La production de déchets représente 3% de l’empreinte carbone du quartier.



La production de déchets des habitants représente **61 t CO₂/an**, en tenant compte de la mise en place de compostage sur le site. Le nombre d’habitants a été revu à la baisse en considérant le ratio de nombre d’habitants par logements de l’INSEE pour Rouen.

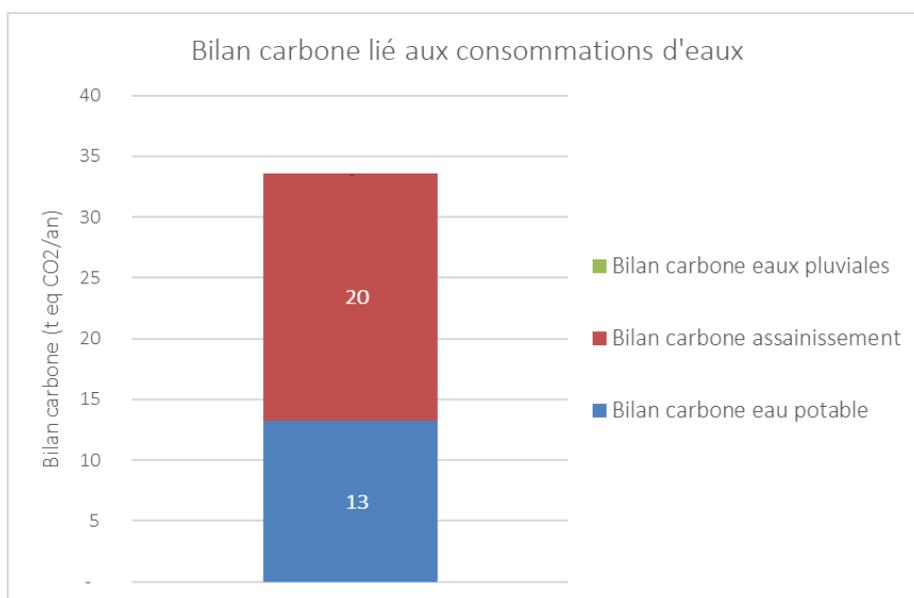
- Cette production peut être limitée par une sensibilisation des habitants sur site. L'aménageur et les promoteurs ont peu d'impact direct sur ce poste, mais peuvent cependant sensibiliser les habitants à de meilleures pratiques.
- Nous rappelons également qu'une nouvelle directive sur les déchets (Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire du 10 février 2020) devra être respectée au plus tard au 31 décembre 2023. Cela oblige les collectivités à mettre en place un tri à la source des biodéchets. Les collectivités territoriales vont ainsi devoir soit proposer un compostage de proximité à tous les habitants, soit organiser une collecte séparée des biodéchets via une collecte supplémentaire.

Eaux

Les consommations en eau représentent 2% de l'empreinte carbone du quartier.

La répartition du bilan lié à l'eau est :

5.5.



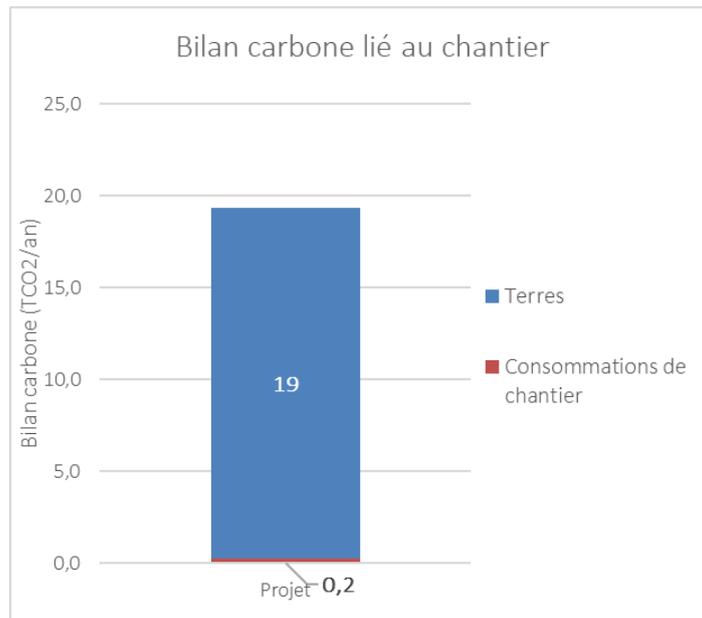
Pour cet indicateur, il y a une légère diminution également de par la mise à jour du nombre d'habitants, qui est plus faible que dans la version précédente.

- Les eaux pluviales seront gérées de manière alternative, il n'y a donc pas d'impact lié à ce poste
- L'empreinte carbone liée à l'eau est donc inhérent aux consommations d'eau potable des habitants du quartier. Cet impact peut être réduit par l'installation de systèmes hydroéconomiques dans les logements.

Chantier

Le chantier représente 1% de l’empreinte carbone globale du projet.

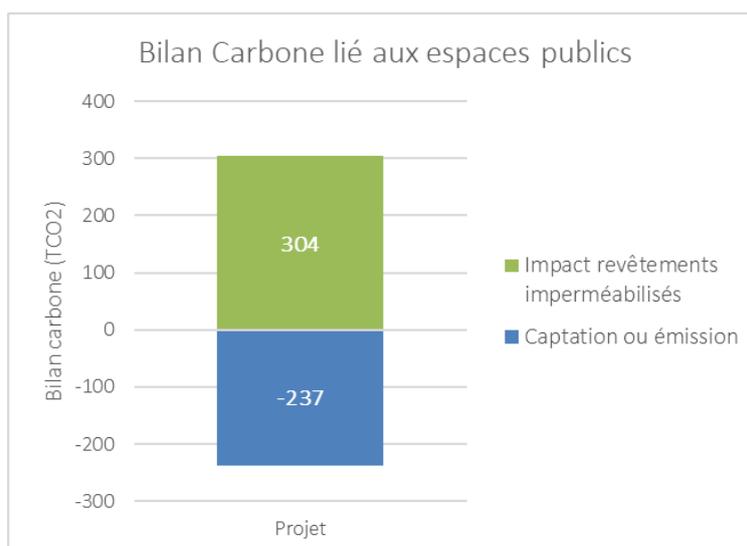
5.6.



- La part de l’empreinte carbone du chantier sur une durée de vie de 80 ans est réduite et liée pour 50% de l’impact aux pollutions présentes dans le sol qui impliquent de déblayer plus de 20 000 m³ de terres
- On considère ici que 20% des terres sont réutilisées sur site, ce qui permet de réduire de 5% l’impact par rapport à un projet qui ne mettrait pas en place cette disposition
- L’empreinte carbone liée à la gestion des terres pourra être réduite, par une réutilisation des terres sur site par exemple (pour les terres non polluées). Les terres peuvent être également réutilisées pour les toitures végétalisées (une attention particulière devra être portée au stockage temporaire et de la qualité agronomique des terres).

5.7.

Espaces publics et captation carbone



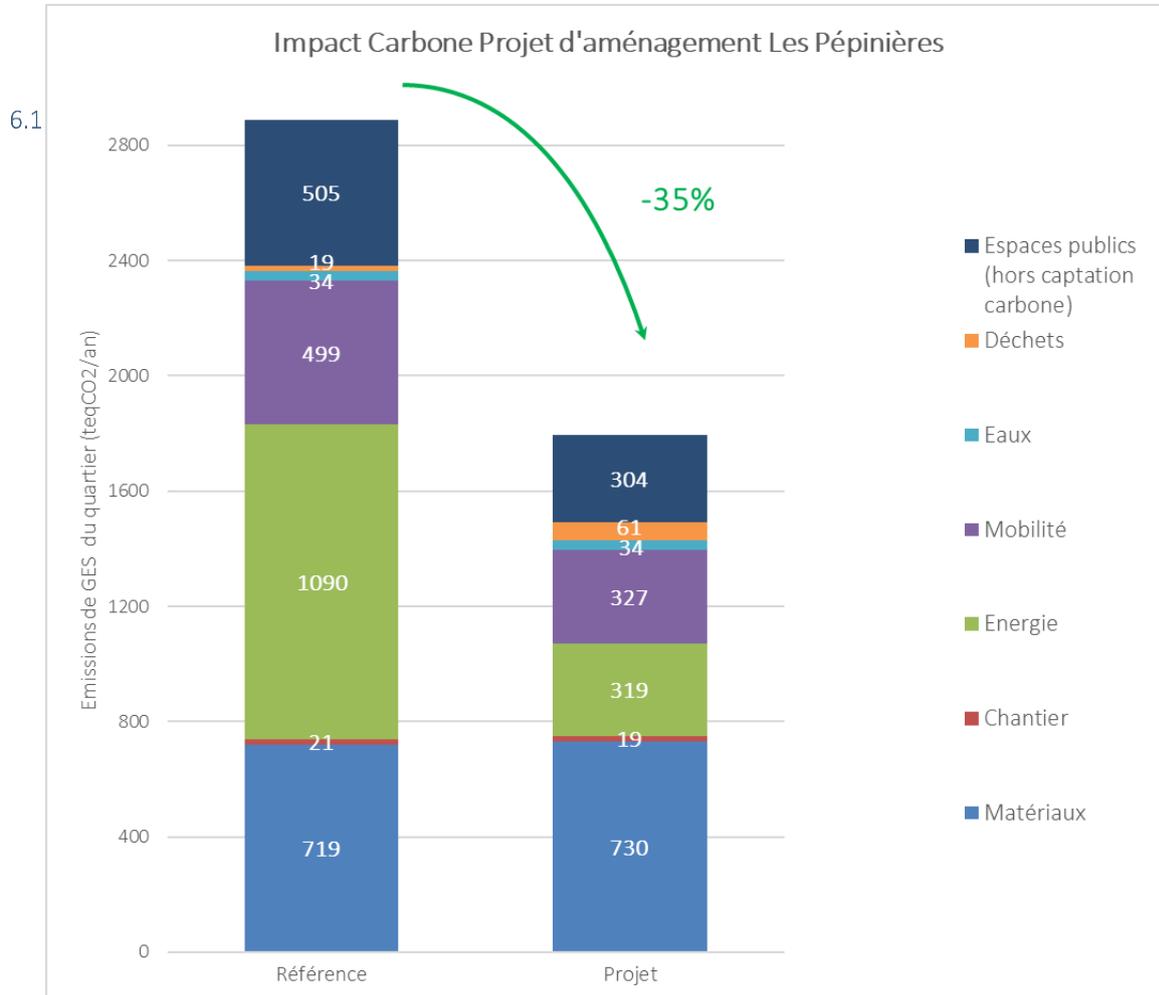
Le projet permet de capter 240t CO₂ sur le projet grâce à la végétalisation du site et la plantation/conservation de 376 arbres.

Comparaison du scénario de référence et projet

Résultats de comparaison

Le graphe ci-dessous présente le résultat pour le scénario de référence et pour le projet :

6.



Le projet, grâce à une forte végétalisation du quartier et au raccordement au réseau de chaleur, ainsi qu'à ses ambitions énergétiques de respect des seuils RE2025 permet de réduire de 35% l'empreinte carbone du quartier. En effet, le quartier, entièrement réservé aux piétons, permet de réduire notablement l'empreinte carbone liée aux revêtements des voiries qui représentent une part importante.

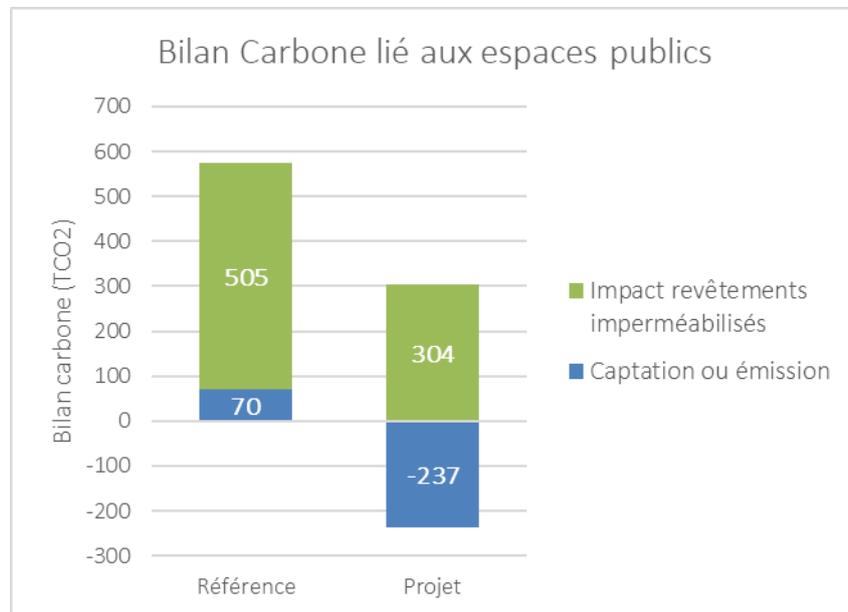
Le projet prévoit d'intégrer des matériaux biosourcés. A ce stade, aucun élément biosourcé n'est décrit dans le projet, une variante intégrant des matériaux biosourcés a donc été étudiée pour estimer le gain de ces choix de conception en termes d'impact carbone.

Captation Carbone

En plus de cette réduction de 35%, le projet permet également de stocker du carbone grâce à la forte végétalisation et les 290 nouveaux arbres plantés sur le site.

Entre le projet et le scénario de référence, **300 t CO₂** sont ainsi captés.

6.2.



Solutions bas Carbone pour réduire l’empreinte carbone

Une fois les postes les plus importants identifiés, on va ici étudier les solutions envisageables sur le projet pour réduire ces postes.

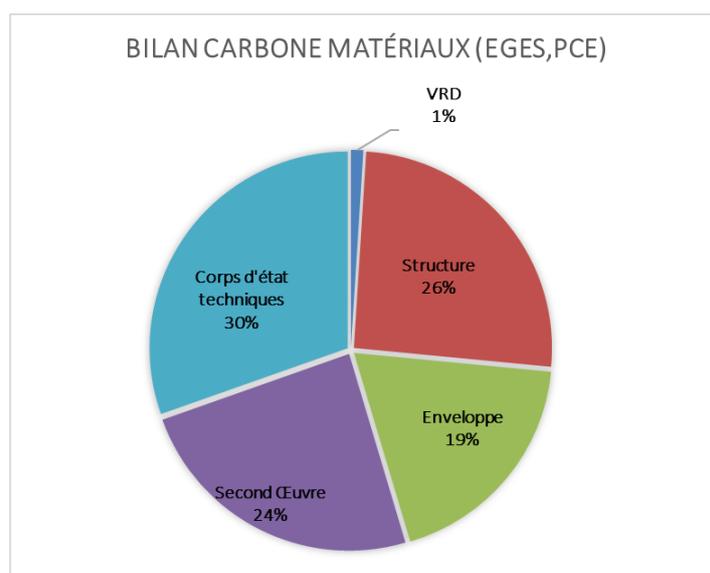
Matériaux

7.

L’empreinte carbone liée aux matériaux a été estimée à **940 teq CO₂/an** en considérant également les démolitions des bâtiments existants.

Si on décompose les matériaux des constructions, on obtient le graphe suivant :

7.1.



Les postes sont décrits ci-dessous :

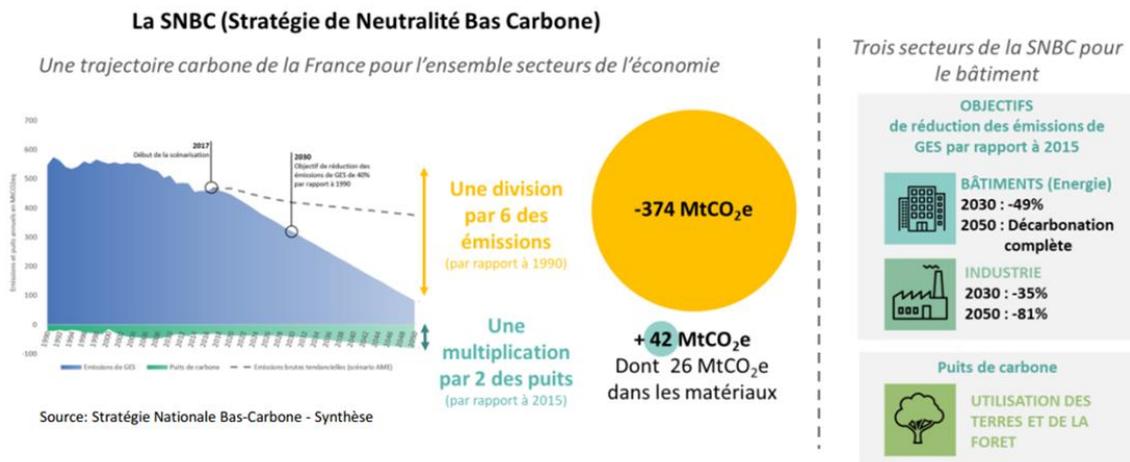
- **Les corps d'états techniques**, qui correspondent à 30% de l’empreinte carbone des matériaux. Ce poste est considéré forfaitaire, le levier d’action est donc assez faible.
- **La partie VRD (espace privé)**, qui représente seulement 1%.
- **La structure**, qui représente 26%. Ce poste peut être réduit facilement par un choix de matériaux optimisés pour l’infrastructure et la superstructure.
- **Le Second-Œuvre**, qui représente 24%. Ce poste est important, notamment dans les logements avec de nombreuses cloisons. Ce poste peut être réduit par le choix de matériaux.
- **L’enveloppe**, qui représente 19%. Par l’utilisation d’isolants moins carbonés, l’optimisation des dessins de façade, ainsi que le choix de menuiseries bois, ce poste peut être réduit.

Une réduction de 10% de l’empreinte carbone des matériaux permet une réduction de 6% de l’empreinte carbone globale du quartier.

Chaque solution proposée dans les parties ci-dessous est présentée plus en détail dans les fiches actions en Annexe 1.

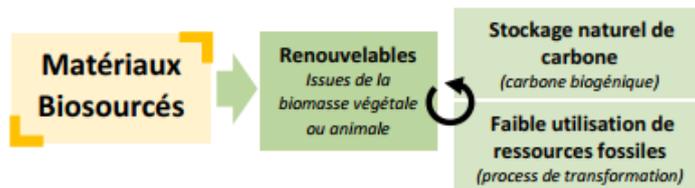
7.1.1. Filières biosourcées locales

Depuis 2017 avec la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), la France porte des ambitions fortes de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. En 2019, la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) définit une trajectoire carbone pour l'ensemble des secteurs de l'économie. L'ambition est de diviser par 6 les émissions à horizon 2050 et de multiplier par 2 les puits de carbone.



Source : Biosourcés les Messages clés – Hub des prescripteurs bas carbone

Les matériaux biosourcés sont une ressource clé pour limiter les impacts environnementaux d'un projet. Ils s'intègrent complètement dans le dynamisme national visant à diviser par 6 les émissions de GES de la France et de multiplier par 2 les puits de carbone à l'horizon 2050.



Source : Biosourcés les Messages clés – Hub des prescripteurs bas carbone

Sur le territoire national, on distingue 6 grandes filières de matériaux biosourcés ou géosourcés. Une étude sur la stratégie d'approvisionnement local des matériaux biosourcés a été menée pour identifier les filières et les opportunités locales. Voici les conclusions qui ressortent de notre étude :

Matériau	État de structuration de la filière	Disponibilité locale
Chanvre	++	++
Bois	+++	+
Paille	++	+++
Terre Crue	-	+++
Ouate de cellulose	++	+
Fibre de coton	+	+

La paille, la terre crue et le chanvre semblent être les pistes de réflexion à privilégier pour l'approvisionnement local de matériaux biosourcés dans le projet. Nous reprenons ci-après des éléments explicatifs issus de notre étude pour le chanvre, la paille et la terre crue.

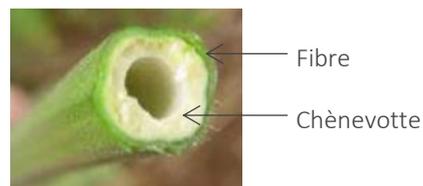
Certains de ces matériaux font ensuite l'objet de variantes d'optimisations carbone pour le projet à partir du paragraphe 7.1.2. Notamment les solutions en chanvre et en paille ont été étudiées, ainsi que des solutions en bois.

7.1.1.1. Le chanvre et la filière chanvre en Normandie

L'intégralité de la plante est valorisable. Le chanvre est présent dans de nombreux domaines, de l'alimentation à la cosmétique, jusqu'au matériaux de construction où c'est la paille de chanvre (chènevotte) et la fibre qui sont utilisées.

La **chènevotte** est l'intérieur de la tige de la plante, et **entre dans la composition du béton de chanvre** (remplissage des murs) et **des enduits de chanvre** (revêtement intérieur et extérieur).

La **fibre de chanvre** est la partie externe de la tige des plantes de chanvre. Elle est **utilisée pour fabriquer les isolants en laine de chanvre**.



- **Béton de chanvre**

Le béton de chanvre est un matériau structurel non porteur de remplissage. Il est donc nécessaire de lier le béton de chanvre à une ossature, elle peut être en bois, acier et béton armé (type poteaux-poutres). Il peut être mis en œuvre via la projection mécanique ou le coulage manuel avec banchage.

Ses propriétés hygrothermiques permettent de réguler passivement l'humidité dans la pièce. Ce matériau étant sensible aux aléas météorologiques, il doit être protégé de l'eau sur le chantier.

Par ailleurs, le choix des revêtements extérieur et intérieur doit permettre de garder les propriétés de béton de chanvre et des épaisseurs de murs plus importantes doivent être prévues pour des niveaux d'isolation plus ambitieux (RE2020).

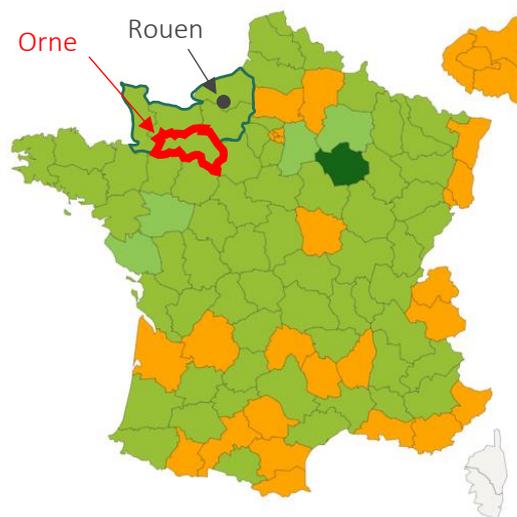
- **Isolation en laine de chanvre**

L'isolation en laine de chanvre s'apparente à une isolation classique (verre, roche). **Pour un panneau de 15 cm de laine minérale, le panneau de laine de chanvre équivalent a une épaisseur de 13 cm**, il n'y a pas de perte de m². Ses applications sont multiples : soufflage dans les combles, ITI, MOB, planchers et plafonds, cloisons distributives et séparatives.

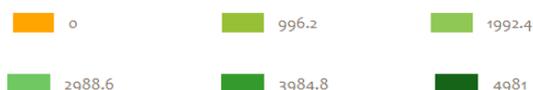
- **Filière chanvre en Normandie**

La filière chanvre est particulièrement développée dans la moitié Nord du Pays. Bien que la région Grand-Est soit la région la plus productive de chanvre, la Normandie possède des ressources intéressantes. Avec en 2017 en moyenne 145 ha cultivés, l'Orne (61) est le 8ème département le plus cultivé en France. Rouen est à environ 150 km du département de l'Orne.

La Chanvrière AgroChanvre, SARL Normande rassemble 85 producteurs pour près de 900 hectares cultivés en 2017 dont 200 bio.



NOMBRE D'HECTARES CULTIVÉS SUR L'ANNÉE SÉLECTIONNÉE



Source : Interchanvre

7.1.1.2. La paille et la filière paille en Normandie

La ressource en paille est abondante sur le territoire français. En effet, chaque année environ 5 millions de tonnes de paille sont disponibles pour la construction, sans porter préjudice aux autres usages. Si tous les bâtiments construits étaient isolés en paille, il faudrait environ 3 millions de tonnes de paille par an (soit 10% de la production annuelle totale, tous usages confondus).

La Normandie possède la plus grande production de paille de France en 2020. Elle regroupe un total de 48 projets finalisés dont 8 dans le département de la Seine-Maritime. La plus grande concentration de projet se trouve dans le département de la Manche avec 12 projets.

La Région compte 4 fournisseurs de paille dont 2 dans un rayon de moins de 70 km du projet et 2 entreprises de construction situées dans un rayon de 100 km autour du projet. Cette filière permet également d'avoir un large réseau d'artisans de toits de chaume, système de couverture largement répandu dans la région.



Acteurs de la filière paille en région Normandie.

Source : RCFP

La construction paille est une technique constructive inspirante en matière de conception bas carbone. Son utilisation est principalement à envisager pour la construction de murs via l'utilisation de botte de paille de 37 cm sur ossature bois. Ces murs peuvent être assemblés sur site ou préfabriqués en atelier.

En plus du gain carbone important en comparaison d'ouvrages béton, la paille offre une meilleure isolation thermique qu'un complexe standard béton – laine de roche : $R=7,1 \text{ m}^2.K/W$ contre environ $5 \text{ m}^2.K/W$ pour un mur « BBC » béton et 18 cm de laine minérale.



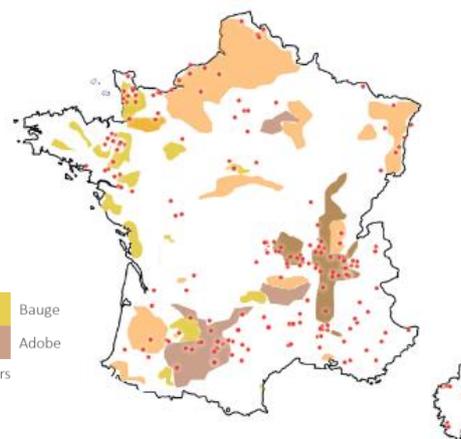
Le choix de la paille implique des formes architecturales plus contraintes qu'avec du béton et des épaisseurs de mur plus importantes (45-50cm de mur fini). Tout comme le chanvre, la paille doit être protégée des aléas météorologiques sur chantier.

Néanmoins, si elle est intégrée au plus tôt dans le projet, les surcoûts peuvent être réduits voire éliminés, en réalisant un calepinage précis.

7.1.1.3. La terre crue et la filière terre crue en Normandie

La terre crue est un matériau géosourcé et non biosourcé, mais ce mode constructif vernaculaire ayant un potentiel d'exploitation très local (voire in situ), nous l'avons intégré à notre stratégie d'approvisionnement local de matériaux bas carbone.

Dans la région Nord-Ouest, il existe un patrimoine local en torchis et en bauge. En Normandie, le siège de l'association nationale des professionnels de la terre crue est basé à Petit-Couronne (76). Les constructions en terre crue sont aujourd'hui principalement réservées aux maisons individuelles et à la rénovation de patrimoine. La terre crue sert principalement à la construction de murs et d'enduit.



La construction terre crue est à concevoir comme une technique constructive très bas carbone et d'intérêt environnemental globalement élevé.

La technique est néanmoins en cours de développement et implique une démarche d'innovation et un parti pris architectural fort dès les premières phases de conception.

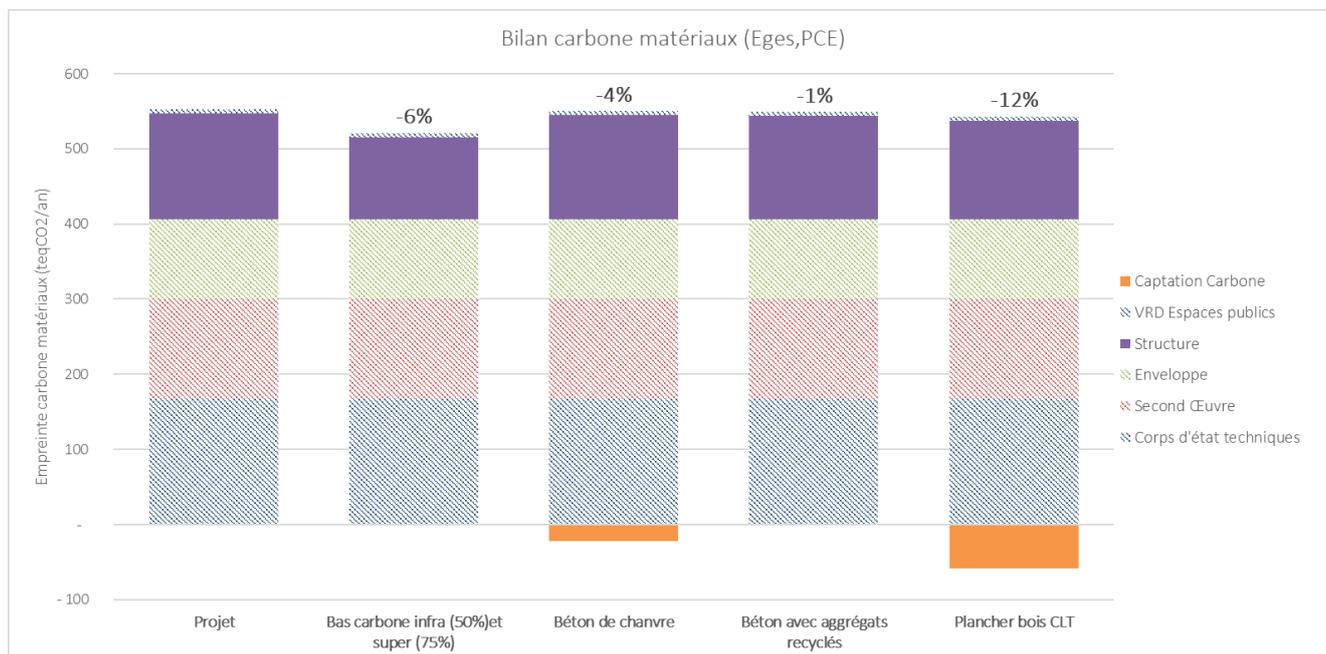
Mise en perspectives des ressources en terres crues et des acteurs de la filière en France – Source : Bâtir en terre de Laetitia Fontaine et Romain Anger

7.1.2.Optimisation de la structure des bâtiments

Le poste le plus important est celui de la structure. Afin d'optimiser l'empreinte liée, on va étudier plusieurs solutions. Les gains Carbone et la captation carbone associée aux solutions étudiées sont :

Pistes de réflexion	Gains carbone (kg CO ₂ /m ² SDP)	Captation carbone (kg CO ₂ /m ² SDP)	Commentaires
Optimisation de la structure			
Béton bas carbone en superstructure	25	0	75% des bétons de super en CEMIII/A
Béton bas carbone en infrastructure	25	0	50% des bétons d'infra et fondations en CEMIII/A
Utilisation de hauts taux d'agrégats recyclés en super et en infra	10	0	Passage à 15% d'agrégats recyclés sur 50% des bétons
Béton de chanvre	6	-44	80% des bétons de la superstructure en béton de chanvre
Plancher bois CLT	20	-120	Tous les planchers en bois à l'exception des noyaux

L'impact de chacune des solutions est présenté dans le graphe ci-après :

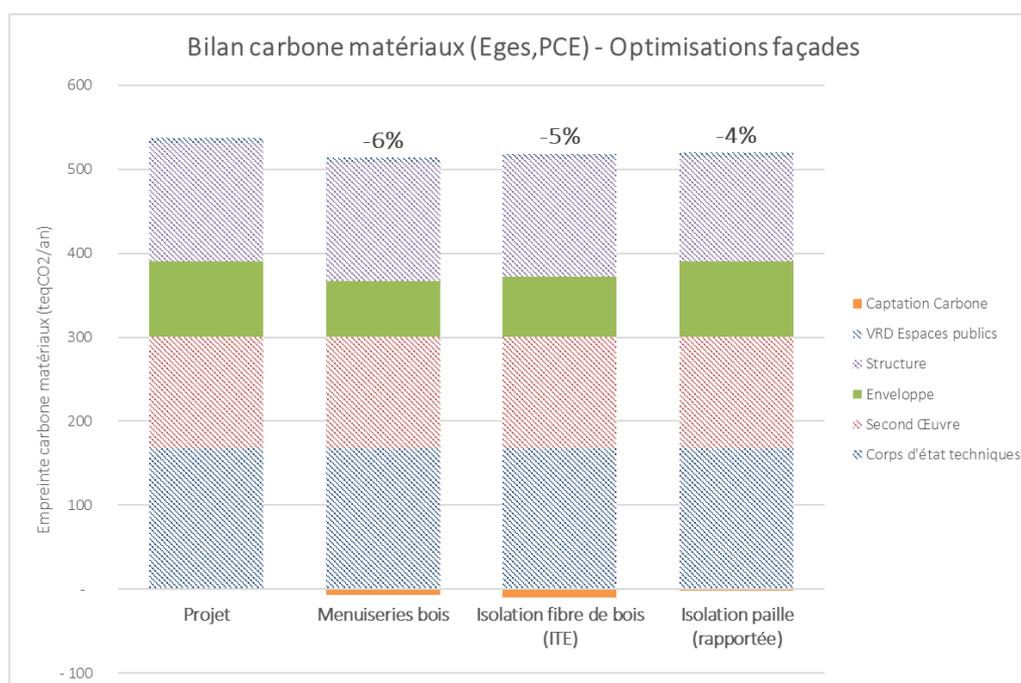


En fonction des solutions proposées, il est possible de diminuer jusqu'à 12% l'empreinte carbone des matériaux, en sachant que certaines solutions peuvent être associées, par exemple le béton bas carbone en infrastructure, avec une superstructure bas carbone (béton de chanvre ou agrégats recyclés) et le plancher bois CLT.

7.1.3.Optimisation des façades

Les gains Carbone et la captation carbone associée étudiés sont :

Pistes de réflexion	Gains carbone (kg CO ₂ /m ² SDP)	Captation carbone (kg CO ₂ /m ² SDP)	Commentaires
Optimisation des Façades			
Menuiseries extérieures en bois (ou bois alu)	30	-15 (si bois)	100% des menuiseries en bois ou en bois/alu
Isolation fibre de bois (ITE)	24	-20	100% des isolants en façade en laine de bois
Isolation paille (rapportée)	35	-4	100% des isolants en façade sont en paille (système d'isolation rapportée en remplissage de MOB)

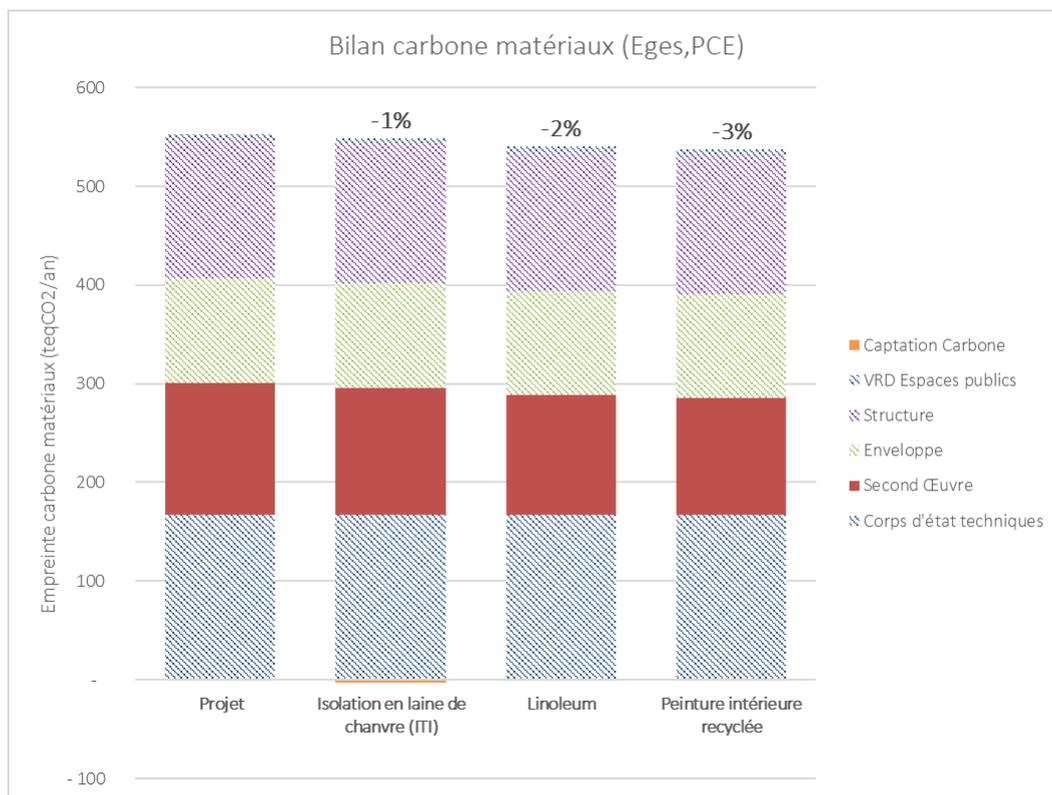


Chacune des solutions proposées permet de réduire d'environ 5% l'empreinte carbone des matériaux, sachant que la solution de menuiseries bois peut être combinée avec une isolation biosourcée (fibres de bois ou paille).

7.1.4.Optimisation du second-œuvre

Les gains Carbone et la captation carbone associée étudiées sont :

Pistes de réflexion	Gains carbone (kg CO ₂ /m ² SDP)	Captation carbone (kg CO ₂ /m ² SDP)	Commentaires
Optimisation du Second-Œuvre			
Isolation en laine de chanvre (ITI) pour les combles et cloisons	6	-9	100% des isolants biosourcés en laine de chanvre
Linoleum	16	0	Linoleum sur 100% des pièces sèches des logements
Peinture intérieure recyclée	20	0	100% des peintures recyclées



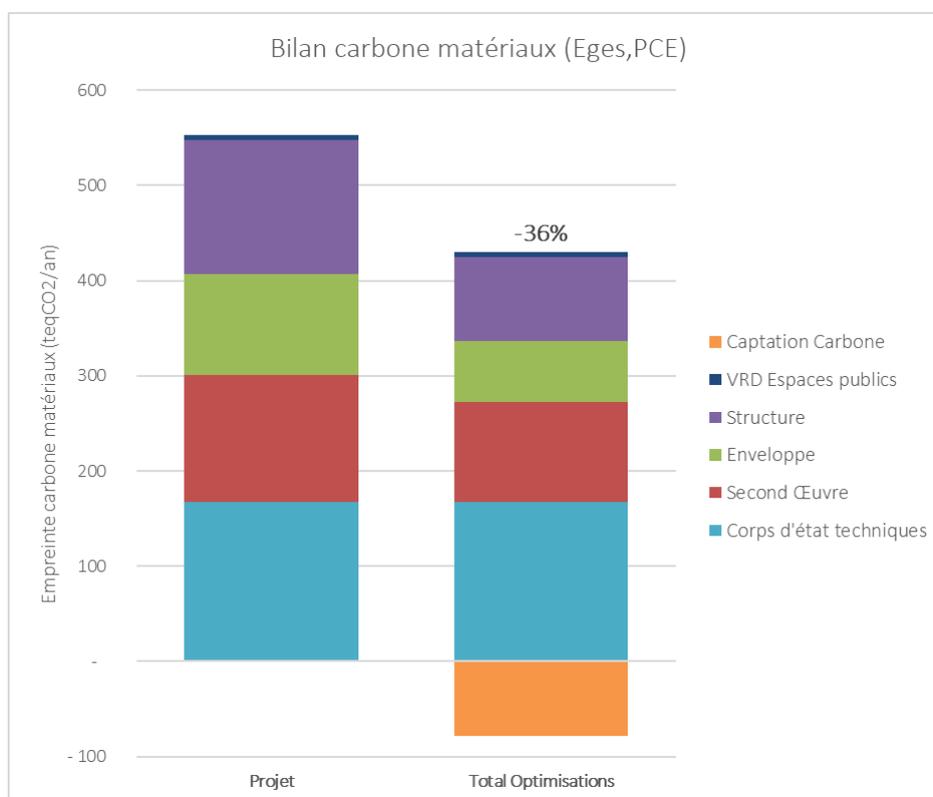
Chacune des solutions proposées permet de réduire de 1% à 3% l’empreinte carbone des matériaux. Ici aussi les solutions peuvent être combinées.

7.1.1.Total des optimisations

En considérant toutes les solutions proposées dans les parties précédentes, à savoir :

- Utilisation de béton bas carbone
- Plancher bois CLT
- Utilisation d'agrégats recyclés
- Menuiseries bois
- Isolation en fibre de bois (façades)
- Isolation en laine de chanvre (ITI / Cloisonnement / Combles)
- Linoleum dans toutes les pièces sèches
- Peinture intérieure recyclée

L'empreinte carbone des matériaux peut être réduite **jusqu'à 36%** en considérant la captation carbone des matériaux biosourcés.



Mobilité

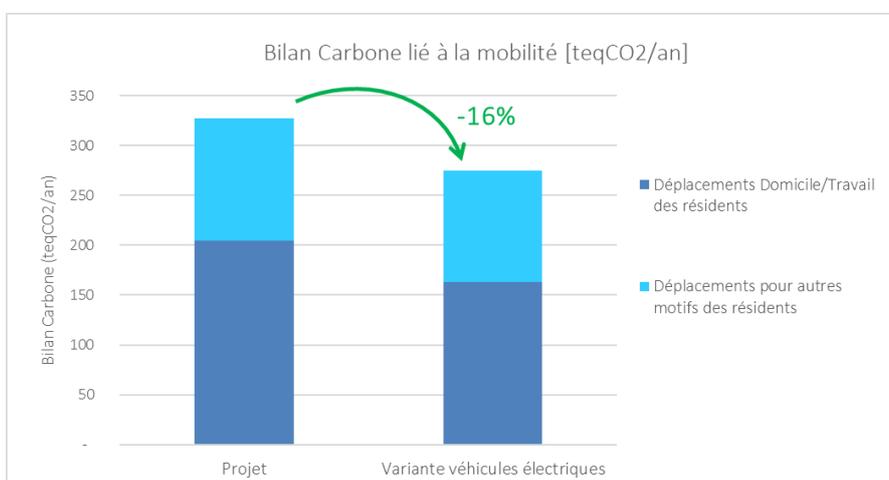
La mobilité représente 16% de l’empreinte carbone globale du quartier.

Les mobilités douces sont déjà largement mises en avant sur le quartier, avec une localisation des locaux vélos en RDC, un atelier de réparation et un quartier 100% piéton. Pour réduire encore l’empreinte liée à la mobilité, il est intéressant de travailler sur l’empreinte carbone liée aux véhicules.

Pour ^{7.2}réduire celle-ci, une solution est de mettre en avant les véhicules électriques. En effet, un véhicule électrique a un impact carbone **2,3 inférieur** au véhicule thermique (Source ADEME).

En allant au-delà de la réglementation environnementale actuelle concernant les véhicules électriques (décret 2020-1696 du 23 décembre 2020 sur le pré-équipement des parcs de stationnement et décret n° 2017-26 du 12 janvier 2017 relatif aux infrastructures de recharge), il est possible d’agir sur l’empreinte de la mobilité du quartier. En effet, l’intégration de bornes de recharge pour véhicules électriques sur le site peut permettre de réduire notablement l’empreinte liée à la mobilité.

En considérant l’utilisation de véhicules électriques pour 25% des habitants, on obtiendrait ainsi :

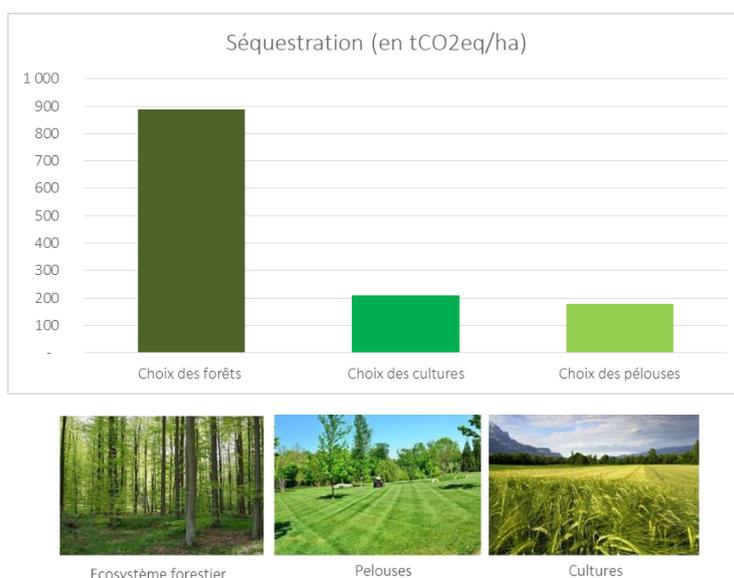


Cet impact est non négligeable, et aura également un impact sur l’empreinte carbone liée aux déplacements de fin de semaine des habitants non pris en compte dans cette étude, par l’augmentation de la part des véhicules électriques, ce qui permet également des effets positifs sur la qualité de l’air dans le quartier.

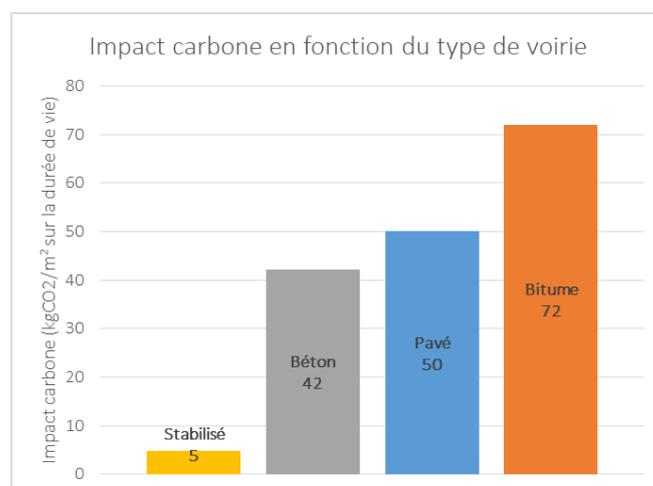
Espaces publics et captation carbone liée aux végétaux

La part carbone des espaces publics sur le projet est très faible. En effet, le quartier est 100% piéton et très végétalisé, ce qui limite les surfaces imperméabilisées et améliore la captation carbone sur le site.

- Pour comprendre comment est calculée la captation carbone liée aux espaces publics, voici la ^{7.3} séquestration en fonction du choix de végétation :



- Pour comprendre également l'impact du type de revêtement de sol pour les espaces publics, voici le graphe pour les 4 types de revêtements de notre étude :
 - o *Stabilisé*, pour la circulation des piétons
 - o *Béton*, pour tout type de voies de circulation (voitures, vélos, piétons)
 - o *Pavé*, pour la circulation des piétons
 - o *Enrobé bitumineux ou asphalte*, pour les voies à forte circulation et parkings



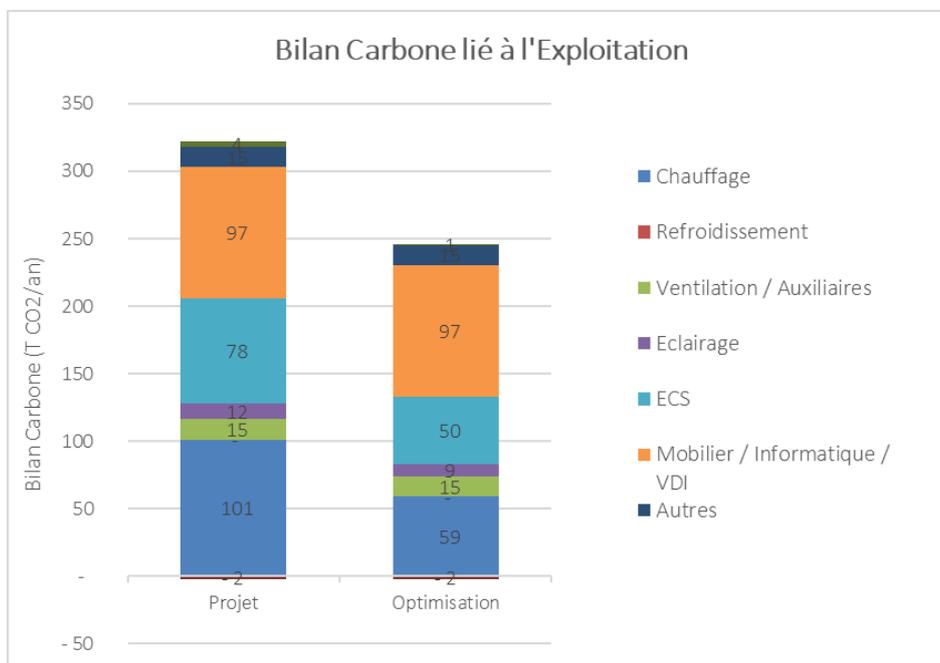
Il y a ainsi un **facteur 8** entre l'impact d'une voirie en béton et d'une voirie en stabilisé. Si les pavés ont un impact plus important que le béton, ils ont l'avantage de participer à la gestion des eaux pluviales.

Energie

L'empreinte carbone liée à l'énergie a été estimée à 319 t CO₂/an pour le projet. Afin de réduire cette empreinte, on considère en optimisation l'amélioration du taux d'ENR du réseau de chaleur du Petit-Quevilly d'ici 2030 avec 95% d'ENR (objectif du territoire).

L'impact est le suivant sur le bilan lié à l'énergie :

7.4.



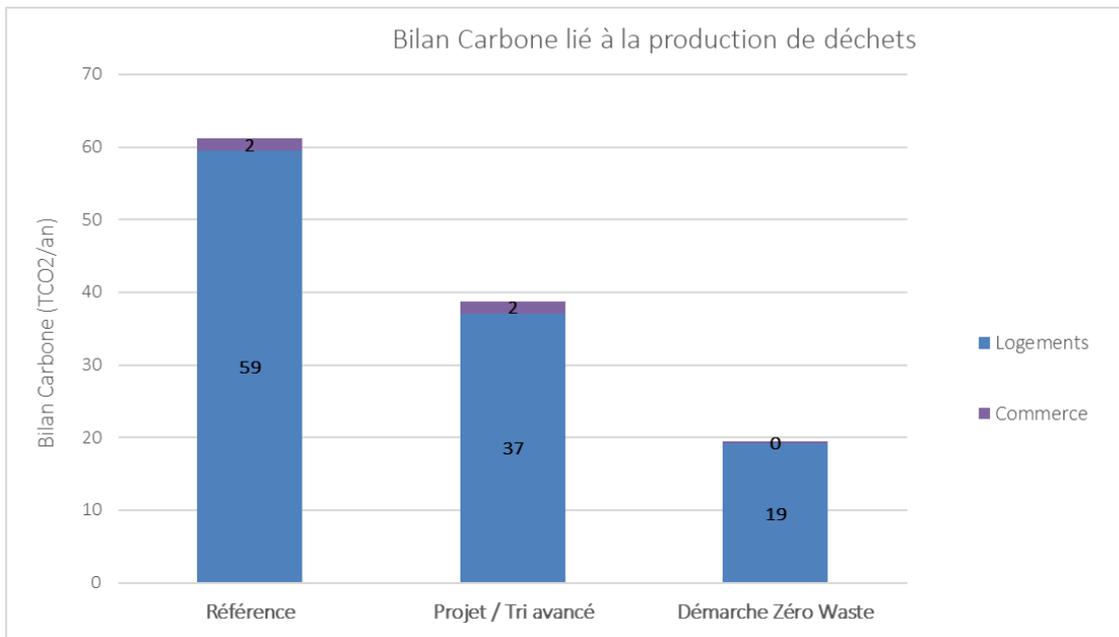
L'amélioration du taux d'ENR du réseau de chaleur permettrait une diminution de l'indicateur Energie de 20% par rapport à l'état actuel du réseau de chaleur.

À Rouen, il n'est pas bénéfique d'installer des panneaux solaires en toiture pour réduire l'empreinte carbone.

Déchets

L’empreinte carbone des déchets représente 4% de l’empreinte carbone globale du quartier, en tenant compte de la mise en place du compostage sur le quartier. Nous proposons tout de même des optimisations car ce poste peut être facilement réduit, avec une sensibilisation des habitants à l’échelle du quartier.

Même si l’aménageur n’a pas d’impact direct, en intégrant des composteurs en pied d’immeuble, en proposant des ateliers de sensibilisation, des ateliers « Zéro Déchets » à l’échelle du quartier, l’empreinte carbone liée aux déchets peut être facilement réduite d’au moins **30%**.

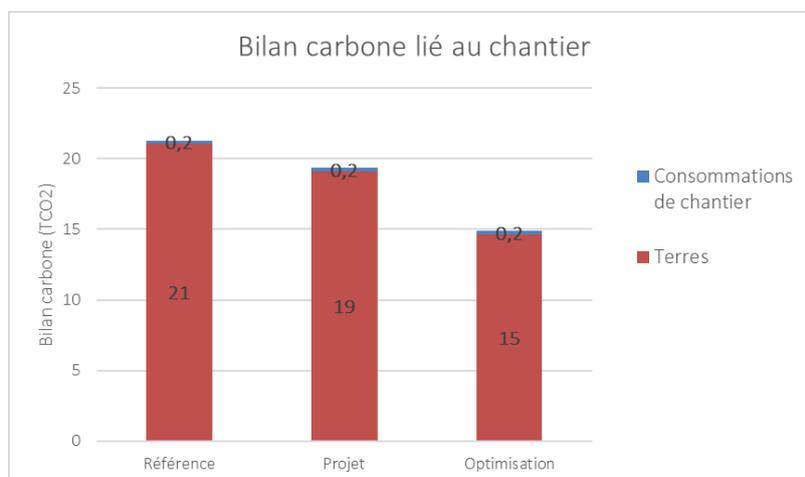


Le tri avancé permet ainsi une réduction de 36%, et une Démarche Zéro Déchets peut permettre une réduction de plus de 60%. Avec 1 190 habitants (y compris logements des lots hors ALTAREA COGEDIM), cette solution peut ainsi permettre de réduire l’empreinte carbone de **50% par rapport au projet tel qu’il est défini actuellement**.

7.6.

Chantier

En augmentant la proportion de déblais réutilisés sur site, le projet peut diminuer l’impact lié à l’indicateur Chantier.



Ainsi, en augmentant de 20 à 50% la part de terres réutilisées sur site, l’impact peut être réduit de 25%. Cela dépendra des quantités de terres polluées.

Compensation carbone

La compensation carbone est l'étape finale de la démarche de neutralité carbone telle que définie par l'ONU :

- **Mesurer** l'empreinte carbone
- **Réduire** l'empreinte carbone
- **Compenser** ce qui ne peut être évité

8.

Après avoir réduit au maximum l'empreinte carbone du projet d'aménagement, il est possible d'aller encore plus loin et de compenser une partie ou l'intégralité de l'empreinte carbone du quartier. Les impacts d'une tonne de carbone émise quelque part peuvent être « neutralisés » par la séquestration (stockage à long terme du CO₂) hors du quartier.

La compensation carbone consiste à financer, via l'achat de crédits carbone, un éco-projet. Chaque tonne de CO₂ évitée correspond à un crédit carbone.

Différentes solutions peuvent être mises en œuvre :

- Compenser sur le projet, par la plantation d'une forêt dense dans le quartier, avec par exemple la méthode de plantation de Miyawaki
- Compenser par la création de forêts à proximité du site
- Compenser par la contribution à un projet de reforestation par exemple

Chiffres clés pour la compensation :

Un mètre cube de bois en forêt stocke environ une tonne de gaz carbonique.

Ainsi, un hectare de reboisement permet de séquestrer entre 100 et 200 tCO₂ sur une période de 30 ans.

Annexe 1 – Fiches préconisations bas carbone

Béton bas carbone – Infrastructure



En Bref pour l'infrastructure

9.

- L'impact carbone des bétons est en grande majorité dû à la production des ciments. Son composé principal, le clinker, nécessite l'utilisation d'une quantité importante d'énergie pour sa fabrication.
- Un ciment dit « bas carbone » est un ciment dont une partie significative du clinker est substituée par des coproduits (déchets) de l'industrie métallurgique et des centrales thermiques : Laitiers de hauts fourneaux, cendres volantes.
- Le type de ciment bas carbone est repéré par la nomenclature CEM III/A.



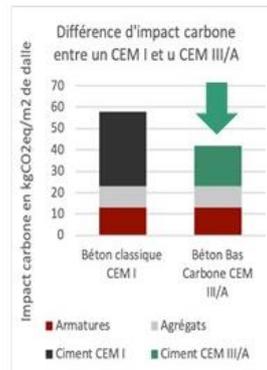
Points forts

- Caractéristiques structurelles identiques à celles d'un ciment classique
- Utilisation classique en fondation/infrastructure
- Economie circulaire, réutilisation de coproduits de l'industrie



Points de vigilance :

- La disponibilité hétérogène de ce type de ciment sur le territoire, qui peut impacter la faisabilité technique et économique du projet (moins courant dans le Nord de la France par exemple)



Coût : € € €

Innovation : + + + pratique couramment développée

Gain carbone	E+C-	BBCA	Biosourcé
Par Unité Fonct.	20%	=	/
Par m _{SDP} ²	25 kgeqCO ₂	=	/

Point de comparaison: infrastructure 100% en béton classique CEM II

Béton bas carbone – Superstructure



En Bref pour la superstructure

- L'utilisation de béton bas carbone est ici proposée pour les ouvrages de superstructure
- La présente fiche complète la Fiche « Béton Bas Carbone – Infrastructure



Points Forts

- Intérêt environnemental identique aux ciments bas carbone en infrastructure.



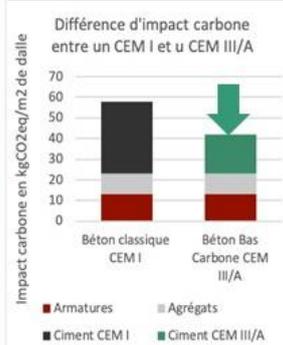
Points de vigilance :

- Conventionnellement l'utilisation de béton bas carbone est moins pratiquée en superstructure à cause des délais de prise légèrement plus longs en période hivernale .
- Conventionnellement, le processus de séchage avant débranchage dure 24h pour un béton classique, et permet une rotation journalière des banches. Rex TERA0: de mai à octobre les délais sont identiques pour des ciments bas carbone. Cependant, si les Text sont ≤10°C la prise peut être rallongée d'~4h, et jusqu'à 1 journée en plein hiver.



Pour aller plus loin :

- Possibilité d'utilisation partielle durant les mois d'été.
- A conseiller en cas de planchers collaborant.



Coût : € € €

Innovation : + + + pratique moins courante pour la superstructure.

Gain carbone	E+C-	BBCA	Biosourcé
Par Unité Fonct.	20%	=	/
Par m _{SDP} ²	30-40 kgeqCO ₂	=	/

Point de comparaison : superstructure 100% en béton classique CEM II

Béton avec agrégats recyclés

En Bref

- Les agrégats représentent 17% des émissions de CO₂ d'un béton classique.
- Pour réduire ces émissions il est possible d'utiliser gravillons et des sables recyclés pour remplacer jusqu'à 15% des agrégats d'un béton conformément aux recommandations de la norme NF 206-1 CN.

Points forts :

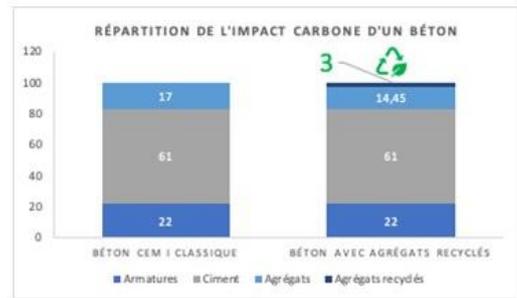
- Réduction des déchets du BTP qui est le premier producteur de déchet avec 70% de la production française.
- Résistance mécanique identique aux bétons classiques.

Points de vigilance :

- Distance de transport pour acheminer les granulats
- Diminution de l'auto-cicatrisation des fissures
- Des impuretés peuvent entraîner des défauts d'adhérence, pouvant modifier la résistance des bétons.
- La qualité des agrégats recyclés est essentielle, plus ils sont proche du type 1, plus leur part pourra être importante dans la composition du béton, en accord avec la NF EN 206-1 CN

Pour aller plus loin :

- Possibilité d'aller au-delà des 15% avec la démarche Récybéton. De 20% à 60% si la qualité des agrégats est supérieure et si le procédé est validé par un bureau de contrôle moteur de la démarche.



Coût : € € €

Innovation : + + +

Gain carbone	E+C-	BBCA	Biosourcé
Par Unité Fonct.	2,5%	=	/
Par m _{SDP} ²	7 kgeqCO ₂	=	/

Point de comparaison : Béton classique sans agrégats recyclés VS 15% d'agrégats recyclés

Plancher bois (CLT – Portée > 6m)

En Bref

- Il existe plusieurs types de planchers bois, la présente fiche concerne les planchers bois CLT nervuré avec dalle bois CLT.
- Le plancher est composé de poutres porteuses en CLT associées à une dalle porteuse en CLT également. .
- Un résilient acoustique est ajouté pour garantir les propriétés acoustiques du plancher, ainsi qu'une chape de ciment d'environ 60 mm d'épaisseur

Points forts :

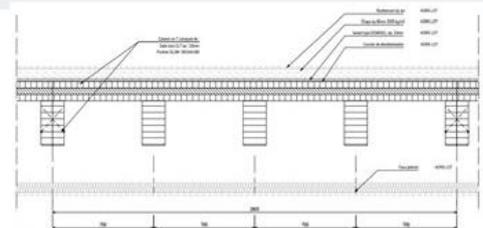
- Parti pris architectural dans le cas de solives apparentes.
- Praticité d'intégration des lots techniques en cas de solives non apparentes

Points de vigilance :

- Épaisseur de plancher plus importante (49 cm contre 25 cm)
- Inertie thermique moins performante
- Un traitement acoustique est nécessaire sur les deux faces sur plancher en cas de plancher entre logements. L'isolation d'un plancher bois est de 14 dB plus faible qu'un plancher béton.

Pour aller plus loin :

- Il est possible de remplacer la chape à base de ciment par une chape anhydrite, caractéristiques analogues mais dont le processus de fabrication rejette moins de CO₂.
- Privilégier un approvisionnement local



Coût : € € €

Innovation : + + +

Gain carbone	E+C-	BBCA	Biosourcé
Par Unité Fonct.	30-35%	230-240%	25 kg
Par m _{SDP} ²	20 kgeqCO ₂	140 kgeqCO ₂	25 kg

Point de comparaison : Dalle pleine Béton armé de 20 cm d'épaisseur + chape pour les logements.

Béton de chanvre (ossature béton)



En bref

Le béton de chanvre est un mélange de chaux, eau et de chènevotte (tige de la plante de chanvre).
Matériaux non structuraux, ici coulé ou projeté dans une ossature porteuse en béton de type poteau poutre.



Points forts :

- Filière 100% française
- Nécessite peu de ressources pour pousser, ni d'arrosage ni de pesticides, très bonne culture de rotation
- Confort: Propriétés hygrothermiques qui permettent de réguler passivement l'humidité dans la pièce
- Epaisseur de mur équivalente (~35 cm) à un complexe béton et laine minérale pour des résistances thermique type RT 2012 ($R \sim 3,5-4 \text{ W/m}^2.K$)



Points de vigilance :

- Matériau sensible aux aléas météorologiques, doit être protégé de l'eau sur le chantier.
- Le choix du revêtement extérieur et intérieur doit permettre de garder les propriétés du béton de chanvre.
- Epaisseurs de mur plus importante pour des niveaux d'isolation supérieurs



Coût : € € €

Innovation : +++

Gain carbone	E+C-	BBCA	Biosourcé
Par Unité Fonct.	14 %	131 %	36 kg
Par m_{SDP}^2	6 kgeqCO ₂	50 kgeqCO ₂	22 kg

Point de comparaison : Mur en béton classique de 20 cm et isolation en laine de roche $R = 4 \text{ W/m}^2.K$

Murs en Paille (ossature bois)



En bref

Les murs en paille sont composés d'une ossature porteuse en bois et d'un remplissage en botte de paille, généralement de 37 x 47 cm et de longueur variable.



Points forts :

- Forte disponibilité de la ressource.
- Produit local, co-produit de l'agriculture céréalière
- Bonne isolation thermique, $R=7,1 \text{ m}^2.K/W$ contre environ $5 \text{ m}^2.K/W$ pour un mur « BBC » béton et 18 cm de laine minérale



Points de vigilance :

- Epaisseur des murs supérieur aux standards actuels: 45-50 cm de mur paille contre 40 cm pour un mur « BBC » type Béton + Laine Minérale
- Peu de références pour des grosses opérations
- Matériau sensible aux aléas météorologiques, doit être protégé de l'eau sur le chantier.



Pour aller plus loin :

Pour contrer les aléas climatiques et gagner du temps sur le chantier il est possible de préfabriquer les murs en atelier.



Coût : € € €

Innovation : +++ (pour des grosses opérations)

Gain carbone	E+C-	BBCA	Biosourcé
Par Unité Fonct.	105 %	211 %	55 kg (dont 15 kg pour le bois)
Par m_{SDP}^2	25-45 kgeq-CO ₂	45-90 kgeqCO ₂	20 - 30 kg

Point de comparaison : Mur en béton classique de 20 cm et isolation en laine de roche $R = 7,1 \text{ m}^2.K/W$

Menuiseries extérieures bois



En bref

- Utilisation de menuiseries extérieures double vitrage entièrement en bois,
- Essences provenant de forêt gérées durablement en Europe.



Points forts :

- Meilleur coefficient d'isolation thermique qu'une fenêtre en aluminium.
- Parti pris d'architecture intérieur intéressant en affichage bois



Points de vigilance :

- L'isolation phonique est légèrement inférieur à celle d'une menuiserie en aluminium (1-3 dB en moins)
- Fréquence d'entretien plus régulière.
- L'utilisation d'essences européennes est un point clé dans la réduction d'impact carbone. Dans ce cas précis, l'impact carbone est augmenté de 40% pour des bois hors Europe



Coût : € € €

Innovation : + + +

Gain carbone	E+C-	BBCA	Biosourcé
Par Unité Fonct.	54 %	77 %	15 kg/m ²
Par m _{SDP} ²	20 à 30 kgeqCO ₂	25 à 45 kgeqCO ₂	3 à 5 kg

Point de comparaison : Menuiseries avec double vitrage, cadre 100% aluminium

Peinture intérieure recyclée – Circouleur



En Bref

- Remplacement des peintures conventionnelles par des peintures engagées dans une démarche d'économie circulaire
- Exemple avec Circouleur : Peintures fabriquées à partir de pots de peintures professionnelles mis en décharge.



Points forts :

- Très faible émettrice de COV, labellisée A+ avec moins de 30 µ/m³ pour un seuil limite de 1000 µ/m³
- Fabrication en France
- Démarche d'économie circulaire qui permet de diminuer la quantité de déchets du bâtiment.
- Entreprise qui pratique la reinsertion sociale.



Points de vigilance :

- Les stocks peuvent être limités, prévenir la marque en amont, dès le choix de ces peintures pour garantir le bon approvisionnement au moment du chantier.
- Uniquement 15 nuances disponibles
- Aujourd'hui, les déchèteries partenaires sont surtout situées en région bordelaise



Pour aller plus loin :

Intégrer la démarche de récupération des peintures au projet.



Coût : € € €

Innovation : + + +

Gain carbone	E+C-	BBCA	Biosourcé
Par Unité Fonct.	83%	=	/
Par m _{SDP} ²	20 kgeqCO ₂	=	/

Point de comparaison : Peinture acrylique classique

Isolation en laine de chanvre (ITI/Combles)



En Bref

- Isolation en laine de chanvre fabriquée à partir de la fibre de la tige de la plante de chanvre.
- Disponible en rouleau ou en vrac, pour application en ITI / combles



Points forts :

- Filière 100% française
- Nécessite peu de ressources pour pousser, ni d'arrosage ni de pesticides, très bonne culture de rotation.
- Certifiée par le label produit biosourcé
- Certifiée A+ pour la qualité de l'air intérieur.



Points de vigilance :

- Atec en cours pour une application en ITE, encore indisponible.
- Conductivité thermique légèrement inférieure à une laine minérale classique. ($L = 0,040 \text{ W/m.K}$) Pour $R = 5 \text{ m}^2\text{.K/W}$, l'épaisseur d'une laine de chanvre est de 200 mm contre 170 mm pour une laine minérale.



Coût : € € €

Innovation : + + +

Gain carbone	E+C-	BBCA	Biosourcé
Par Unité Fonct.	81%	163%	5 kg/m ²
Par m _{SPP} ²	6 kgeqCO ₂	11 kgCO ₂	3

Point de comparaison : Laine de roche en ITI.

Annexe 2 – Périmètre de l'étude ACV Quartier

La question des périmètres est essentielle car c'est elle qui va permettre de cadrer le champ de réalisation du bilan GES. Le cadre de la norme 14 064 – 1 est retenu pour définir ces périmètres, ici adaptée en fonction des récents développements de la méthode E+C- Quartier (voir partie 3.3).

10. Périmètre Opérationnel

Il s'agit ici de définir les sources d'émissions qui vont être prises en compte dans le bilan.

Le périmètre opérationnel correspond aux catégories et postes d'émissions liées aux activités du périmètre organisationnel. Les principales normes et méthodes internationales définissent 3 catégories d'émissions :

- **Émissions directes de GES (ou SCOPE 1)** : Émissions directes provenant des installations fixes ou mobiles situées à l'intérieur du périmètre organisationnel, c'est-à-dire émissions provenant des sources détenues ou contrôlées par l'organisme comme par exemple : combustion des sources fixes et mobiles, procédés industriels hors combustion, émissions des ruminants, biogaz des centres d'enfouissements techniques, fuites de fluides frigorigènes, fertilisation azotée, biomasses...
- **Émissions à énergie indirectes (ou SCOPE 2)** : Émissions indirectes associées à la production d'électricité, de chaleur ou de vapeur importée pour les activités de l'organisation.
- **Autres émissions indirectes (ou SCOPE 3)** : Les autres émissions indirectement produites par les activités de l'organisation qui ne sont pas comptabilisées au 2 mais qui sont liées à la chaîne de valeur complète comme par exemple : l'achat de matières premières, de services ou autres produits, déplacements des salariés, transport amont et aval des marchandises, gestions des déchets générés par les activités de l'organisme, utilisation et fin de vie des produits et services vendus, immobilisation des biens et équipements de productions...

Le périmètre Opérationnel est ici élargi à l'ensemble des Scope 1 + 2 + 3

Les 3 SCOPEs sont ensuite décomposés en 23 postes d'émissions (ISO-TR 14069 : Guide d'application de la norme 14064-1 WD3, Mars 2011).

n°	Postes
SCOPE 1 / Emissions directes de GES	
1	Emissions directes des sources fixes de combustion
2	Emissions directes des sources mobiles à moteur thermique
3	Emissions directes des procédés hors énergie
4	Emissions directes fugitives
5	Emissions issues de la biomasse (sols et forêts)
SCOPE 2 / Emissions indirectes associées à l'énergie	
6	Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité
7	Emissions indirectes liées à la consommation de vapeur, chaleur ou froid
SCOPE 3 / Autres émissions indirectes de GES	
8	Emissions liées à l'énergie non incluse dans les catégories "émissions directes de GES" et "émissions de GES à énergie indirectes"
9	Achats de produits et de services
10	Immobilisation des biens
11	Déchets

12	Transport de marchandise amont
13	Déplacements professionnels
14	Actifs en leasing amont
15	Investissements
16	Transport des visiteurs et des clients
17	Transport des marchandises aval
18	Utilisation des produits vendus
19	Fin des produits vendus
20	Franchise aval
21	Leasing aval
22	Déplacement domicile travail
23	Autres émissions indirectes

Nous proposons d'affecter ces 23 postes dans les catégories suivantes (a priori compatible avec la méthode E+C-Quartier, en cours de création, voir partie 3.3) :

Catégorie	Activités et impacts intégrés	Périmètre	Hors périmètre
Matériaux - Produits de construction	Démolitions préalables, conservation de l'existant, réemploi...	Esp. Privés	<ul style="list-style-type: none"> - Aménagements intérieurs et décoration preneurs. Exemple : aménagements intérieurs et cloisonnement de plateaux de bureaux, projet d'aménagements intérieurs de commerces... - Mobilier preneur. Exemple : meubles, électroménager...** - Produits vendus par les entités commerces
	Produits de construction et équipements des bâtiments (périmètre type E+C-)	Esp Publics & Privés	
	Matériaux et aménagement des espaces extérieurs (ex : mobilier urbain, voiries, dispositif de gestion des eaux pluviales...)	Esp Publics & Privés	
Chantier	Terrassements et mouvements de terres (évacuations/imports de terre)	Esp Publics & Privés	Déchets de chantier : inclus dans la catégorie Matériaux – Produits de Construction. Les FDES utilisées pour modéliser l'impact carbone de chaque matériau incluent ces taux de pertes moyens en chantier (risque de double comptage)
	Consommations des engins de chantier (électricité, carburants...)	Esp Publics & Privés	
	Déplacement des compagnons et intervenants chantiers *	Esp Publics & Privés	
Énergie	Consommations énergétiques prévisionnelles des bâtiments, selon retours d'expériences TERAO (élargissement du cadre de consommation réglementaire à tous les usages et pour des scénarios d'usage réalistes*)	Esp Publics & Privés	Usages énergétiques non prévus par des scénarios d'utilisations « classiques » (ex : magasin de vente de vente d'audio-visuel, activité de bureaux surdensifiée en usage informatique, process industriel...)

	Consommations énergétiques des espaces publics (éclairage, entretien espaces verts...)	Esp. Publics	
Mobilité	Déplacements des personnes ayant pour origine ou destination les bâtiments du quartier pendant leur phase d'exploitation	Esp Publics & Privés	<ul style="list-style-type: none"> - Transport des matériaux de construction (inclus dans la catégorie Matériaux) ** - les déplacements de fin de semaine et longue distance des résidents - Transport des terres (inclus dans la partie Chantier) - Transport des marchandises vendues par les commerces - Transport des biens de consommations / livraison / alimentation des usagers du site **
Eaux	Toutes les consommations d'eau des bâtiments	Esp.Publics & Privés	Eaux liés à tous les process et matériaux mis en œuvre, inclus par ailleurs (exemple : l'impact de l'eau dans la mise en œuvre de béton est inclus dans les FDES béton associées, catégorie matériaux)
	Toutes les consommations d'eau des espaces publics	Esp.Publics & Privés	
	Rejets d'eau liés à l'exploitation des bâtiments	Esp.Publics & Privés	
	Gestion des eaux pluviales	Esp.Publics & Privés	
Déchets	Déchets d'exploitation produits par les bâtiments	Esp.Publics & Privés	Déchets de fin de vie des matériaux de construction (inclus dans la catégorie Matériaux – Produits de Construction. Les FDES utilisées pour modéliser l'impact carbone de chaque matériau incluent la gestion de fin de vie des matériaux - risque de double comptage)
	Déchets d'exploitation produits par les espaces publics (compost, ...)	Esp. Publics	
	Mode de collecte	Esp. Publics	
Captation et compensation Carbone*	Captation carbone liée aux changements d'occupation des sols	Esp Publics + Privés	
	Compensation carbone lié à d'autres pratiques non prises en compte dans le périmètre ci-dessus**		

* Hors périmètre prévisible E+C- Quartier, ajouté néanmoins à l'étude pour l'intérêt technique du sujet

** Compensation carbone : Certaines activités sortent en grande partie du périmètre opérationnel, tout en étant en partie connectées au domaine de l'aménagement. En cas de bonnes pratiques mises en œuvre par

l'aménagement, TERAO proposera des méthodes simplifiées pour évaluer les gains associés. Ces gains (plus approximatifs) seront identifiés et soustraits au bilan carbone global.

Durée d'étude

Différentes durées d'étude sont habituellement considérées :

- 1 an : Cadre des bilans carbone d'activité annuels, généralement utilisé dans le cadre de bilan carbone d'organisation (entreprise, état...)
- 10.2. 50 ans : La durée prise en considération dans le cadre de la réglementation RE2020 et de la méthodologie de l'ACV Quartier basée sur la démarche E+C-. Elle correspond à la base des durées de vie moyennes anticipées pour des bâtiments neufs avant démolition, reconstruction ou réhabilitation lourde. Cette durée d'étude s'aligne avec le cadre méthodologique E+C- Quartier. Par ailleurs, la projection à une durée d'étude plus élargie peut soulever des questions de capacité de projection et de maîtrise des usages dans un avenir lointain...
- 80 – 100 ans : Pour un ensemble plus large, nous pouvons choisir de nous aligner sur les durées de vie des infrastructures, généralement plus longues que celles des bâtiments individuels (80 à 100 ans pour les voiries et les infrastructures), ou considérer que les facteurs déterminants restent plutôt les bâtiments et leurs usages et aligner la durée d'étude en conséquence.

Dans cette étude, la **durée d'étude est de 80 ans**.

Indicateurs retenus

10.3.1. Impacts environnementaux

L'analyse de cycle de vie d'un quartier ou d'une activité peut étudier l'impact environnemental sur différents indicateurs. Par exemple :

- 10.3. Demande cumulative d'énergie (GJ)
- Eau utilisée (m³)
- Epuisement des ressources abiotiques (kg antimoine eq.)
- Déchets produits (t)
- Déchets radioactifs (dm³)
- Effet de serre (100 ans) (t CO₂ eq.)
- Acidification (kg SO₂ eq.)
- Eutrophisation (kg PO₄³⁻ eq)
- Dommages à la qualité des écosystèmes dus à l'écotoxicité (PDF*m²)
- Dommages à la santé (DALY.)
- Production d'ozone photochimique (kg C₂H₄ eq)
- Odeur (m³ air)
- ...

La singularité du Bilan Carbone est de limiter l'analyse à un monocritère : les Emissions de Gaz à Effet de Serre équivalentes émises par les activités.

	Approche 100% Carbone	Approche Multicritère
Principe	Décompte uniquement des Gaz à Effet de Serre (kgeqCO ₂ /m ²)	Prise en compte d'autres impacts environnementaux : Carbone/ eau / énergie / déchets / pollution de l'air...
Les +	<ul style="list-style-type: none"> • Priorité environnementale • Cohérence RE2020 • Appropriation plus aisée du sujet • Plans d'action et arbitrage sur 3 critères: Technique / Economique / Carbone • Bases de données fiabilisées et + disponibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité locale / MOA sur une thématique donnée • Approche environnementale de maturité élevée (multicritère)

Dans le cadre de la présente étude, nous prendrons comme **unique indicateur environnemental les émissions de gaz à effet de serre (kgeqCO₂/m²)**.

10.3.2. Unité Fonctionnelle

Face à la diversité des quartiers et des leviers d'actions à l'étape de la programmation urbaine (localisation, programmation fonctionnelle, etc.), la définition d'une unité fonctionnelle pose des difficultés d'adaptation à la diversité des paramètres de définition des opérations, de capacité de comparaison des résultats entre opérations et de prise en compte des différents leviers d'action.

Exemples :

- m² de Surface de Plancher/an: souvent utilisée dans les études publiées, cette UF ne reflète pas la programmation fonctionnelle des opérations d'aménagement (typologies de bâtiments, part d'espaces publics, densité d'usages, etc.) et gomme complètement les aménagements publics ;
- ha d'aménagement/an : utilisée dans certaines études publiées, cette UF gomme cette fois la densité bâtie et sa programmation
- Utilisateur Régulier/an : peu utilisée, elle pourrait refléter à la fois la typologie et la densité d'usage des bâtiments et des aménagements publics, mais nécessiterait d'établir des équivalences conventionnelles entre types d'utilisateurs (résidents, salariés, usager d'équipement privé ou public, etc.).

A ce stade seront utilisées comme unités fonctionnelles d'interprétation :

- Les **émissions de CO₂ équivalentes totales annuelles**, en tonnes équivalentes par an (**teqCO₂/an**), facilement comparables aux émissions d'un français sur une année (10 teqCO₂/an)

Limites de l'étude

Les limites de l'étude sont définies pour chaque catégorie dans le tableau ci-dessous :

Catégorie	Hors périmètre
Matériaux - Produits de construction	<ul style="list-style-type: none"> - Aménagements intérieurs et décoration preneurs. Exemple : aménagements intérieurs de la crèche, projet d'aménagements intérieurs de commerces... - Mobilier preneur. Exemple : meubles, électroménager... - Produits vendus par les entités commerces - Achats de biens matériels des futurs occupants - Alimentation
Énergie	<ul style="list-style-type: none"> - Usages énergétiques non prévus par des scénarios d'utilisations « classiques » (ex : magasin de vente de vente d'audio-visuel, activité de bureaux surdensifiée en usage informatique, process industriel...) - Changement d'affectation des cellules commerciales sur la durée de vie de l'étude.
Chantier	<ul style="list-style-type: none"> - Déchets de chantier : inclus dans la catégorie Matériaux – Produits de Construction. Les FDES utilisées pour modéliser l'impact carbone de chaque matériau incluent ces taux de pertes moyens en chantier (risque de double comptage)
Eaux	<ul style="list-style-type: none"> - Eaux liés à tous les process et matériaux mis en œuvre, inclus par ailleurs (exemple : l'impact de l'eau dans la mise en œuvre de béton est inclus dans les FDES béton associées, catégorie matériaux)
Déchets	<ul style="list-style-type: none"> - Déchets de fin de vie des matériaux de construction (inclus dans la catégorie Matériaux – Produits de Construction. Les FDES utilisées pour modéliser l'impact carbone de chaque matériau incluent la gestion de fin de vie des matériaux - risque de double comptage)
Mobilité	<ul style="list-style-type: none"> - Transport des matériaux de construction (inclus dans la catégorie Matériaux) - Déplacements de fin de semaine et longue distance des résidents, et déplacements pour le travail - Transport des terres (inclus dans la partie Chantier) - Transport des marchandises vendues par les commerces - Transport des biens de consommations / livraison / alimentation des usagers du site - Sans vision sur les émissions futures des voitures, ainsi que sur la part de véhicules électriques ou hybrides sur le marché dans 80 ans, nous avons considéré que les émissions sur les 80 prochaines années resteront les mêmes.

Espaces publics

- Éclairages des espaces publics
- Réseaux des espaces publics

Présentation de TERAO



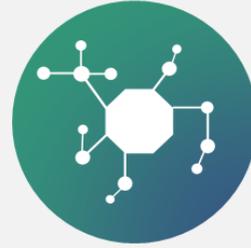
Société de conseil et
d'ingénierie

Pionnière depuis
25 ans



40 personnes

Paris, Shanghai
et Bogota



Solutions
pluridisciplinaires

Pour le bâtiment et
la ville durables



Nous intervenons notamment en tant que :



AMO et MOE Développement
Durable & Innovation de
Bâtiments et de Quartiers



Assistant Technique pour la
Coopération internationale
sur l'Efficacité Énergétique



AMO et MOE pour la Garantie
de performance énergétique

TERAO Paris – Siège social
10, Cité de Trévisse, 75009 Paris
Tél : +33 (0)1 42 46 06 63
Contact : contact@terao.fr / www.terao.fr

TERAO Shanghai
West Nanjing Road No. 993, Room 1503
Jingan District, 200041 Shanghai, China
Tel : +86 132 6228 0902
Contact : mramos@teraochina.cn / www.teraoasia.com

TERAO Lyon
La Cordée Valmy, 6 Place Dumas de Loire, 69009 Lyon
Tél : +33 (0)4 81 68 01 05
Contact : lyon@terao.fr / www.terao.fr

TERAO Bogota
Calle 70 # 11 – 48, Piso 2 – Bogotá, Colombia
Tel : +57 (1) 805 0833
Contact : adminco@terao.fr / www.terao.com.co