

8 ANNEXES

ANNEXE 1. PROJET URBAIN DE LA SAULAIE A OULLINS : VOLETS MILIEU NATUREL DE L'ÉTUDE D'IMPACT (BASÉ SUR LES INVENTAIRES DE 2016/2017, ÉTÉ 2021 ET HIVER 2023) SOBERCO, JANVIER 2024

SERL

PROJET URBAIN DE LA SAULAIE À OULLINS :

VOLETS MILIEU NATUREL DE L'ÉTUDE D'IMPACT
(BASÉ SUR LES INVENTAIRES DE 2016/2017,
ÉTÉ 2021 ET HIVER 2023)



Janvier 2024



SOMMAIRE

1	Contexte	1
1.1	<i>Objet de l'étude</i>	1
1.2	<i>Localisation</i>	1
2	Contexte naturel	3
2.1	<i>Zones d'inventaire et de protection.....</i>	4
2.1.1	<i>Zones de protection</i>	4
2.1.2	<i>Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique</i>	4
2.2	<i>Contexte Natura 2000.....</i>	7
3.1	<i>Continuités écologiques.....</i>	9
3.1.1	<i>Trame verte et bleue à l'échelle de la région (actualisation 2021).....</i>	10
3.1.2	<i>Trame verte et bleue à l'échelle de la métropole de Lyon (actualisation 2021)</i>	12
4	Inventaires faune, flore et habitat.....	14
4.1	<i>préambule</i>	14
4.2	<i>Trame verte et bleue et sensibilités écologiques du site</i>	15
4.2.1	<i>1 Occupation du sol par les milieux naturels</i>	15
4.2.2	<i>Continuités écologiques.....</i>	18
4.2.3	<i>Conduite des inventaires</i>	19
4.2.4	<i>La Flore et les habitats naturels</i>	21
4.2.5	<i>Evolution des habitats : comparaison 2016-2021.....</i>	25
4.2.6	<i>La Faune</i>	30
4.2.7	<i>Synthèse des inventaires au regard des espèces protégées (actualisation 2021)</i>	54
5	Impacts et mesures du projet d'aménagement de la ZAC à partir de l'inventaire de l'été 2021	55
5.1	<i>Impacts bruts du projet</i>	55
5.1.1	<i>Impacts bruts sur les habitats</i>	55
5.1.2	<i>Impacts bruts sur la flore</i>	56
5.1.3	<i>Impacts bruts sur la Faune terrestre.....</i>	57
5.1.4	<i>Impacts bruts sur la Faune aquatique.....</i>	57
5.1.5	<i>Impacts bruts sur l'avifaune.....</i>	58
5.1.6	<i>Impacts bruts sur les chiroptères.....</i>	58
5.1.7	<i>Synthèse des impacts sur la faune</i>	59
5.1.8	<i>Impacts bruts sur les ouvrages et bâtiments susceptibles d'accueillir des espèces protégées</i>	60
5.1.9	<i>Impacts spécifiques de la phase chantier</i>	64
5.2	<i>Mesures de réduction</i>	65
5.2.1	<i>MR 01 : Phasage assurant la conservation de zones refuges</i>	65
5.2.2	<i>MR02 : Protocole de démolition bâti/ouvrages : chiroptères et avifaune</i>	67
5.2.3	<i>MR03 : Protocole d'abattage des arbres et des débroussaillages</i>	70
5.2.4	<i>MR04 : Préservation des principaux boisements et arbres d'alignement</i>	71

5.2.5	MR05 : Création d'espaces verts publics favorables à la biodiversité	73
5.2.6	MR06 : Création d'espaces verts privés favorable à la biodiversité	75
5.2.7	MR07 : Création du parc des Berges de l'Yzeron	77
5.2.8	MR08 : Création de gîtes à chiroptères et avifaune sur espaces publics et bâtiments	78
5.2.9	MR09 : Réduction de l'éclairage aux abords des sites sensibles	79
5.2.10	MR10 : Lutte contre les espèces invasives	80
5.3	<i>Mesures d'accompagnement et de suivi</i>	81
5.3.1	MS01 : Suivi scientifique de tout dispositif in situ	81
5.3.2	MA01 : Création d'un réseau d'espaces verts publics et privés	83
5.4	<i>Analyse des impacts résiduels sur les espèces protégées</i>	87
5.4.1	Impacts résiduels sur les espaces par zone	87
5.4.2	Impacts résiduels sur les cortèges floristiques et faunistiques	92
5.4.3	Synthèse des impacts surfaciques résiduels sur la faune	96
6	ANNEXE 1 : METHODOLOGIE DES INVENTAIRES BIO-ACOUSTIQUES	99
6.1	<i>Matériel et configurations utilisés</i>	99
6.2	<i>Méthode d'analyse des séquences ultrasonores</i> :	99
6.3	<i>Calcul des indices d'activité et référentiels d'activité</i>	99

1 CONTEXTE

1.1 OBJET DE L'ÉTUDE

L'étude concerne la ZAC de la Saulaie dont le bilan de la concertation préalable, la prise en considération du processus d'évaluation environnementale, le dossier de création de la ZAC, comprenant une étude d'impact, ainsi que le lancement de la consultation d'aménageurs a été approuvé lors du Conseil métropolitain du 27 avril 2018.

En 2016, dans le cadre de l'élaboration de l'étude d'impact du projet de création de la ZAC de la Saulaie à Oullins porté par la métropole de Lyon, Soberco environnement a réalisé des inventaires faune-flore-habitats au cours des années 2016 et 2017.

La SERL (Société d'Équipement et d'aménagement du Rhône et de Lyon), désignée aménageur, souhaite une actualisation des enjeux en vue de la reprise des études de conception du projet.

Afin de permettre à la SERL d'avoir une première approche des enjeux écologiques et de l'évolution du site depuis 2017, cette étude reprend les résultats des inventaires de 2016 et 2017 complétés par des inventaires réalisés en Juillet et Août 2021 puis une expertise en janvier 2023 ; elle permet une actualisation de l'étude d'impact réalisée au stade de création de la ZAC de la Saulaie en vue de l'approbation du programme des équipements publics.

Pour évaluer les études opérationnelles, le dossier de réalisation et solliciter des autorisations spécifiques, une démarche spécifique est engagée : qualification des enjeux, identification des impacts bruts et mise en place de mesures d'évitement et de réduction et, si besoin en cas d'impacts résiduels, de mesures de compensation.

1.2 LOCALISATION

Le site d'étude est implanté dans la vallée du Rhône, entre le plateau lyonnais à l'Ouest et la plaine de Lyon à l'Est, au niveau de la confluence du Rhône et de la Saône et de son débouché aval. Il est centré sur l'extrémité est de la commune d'Oullins. Le secteur d'intervention concerne le périmètre de la ZAC de la Saulaie.

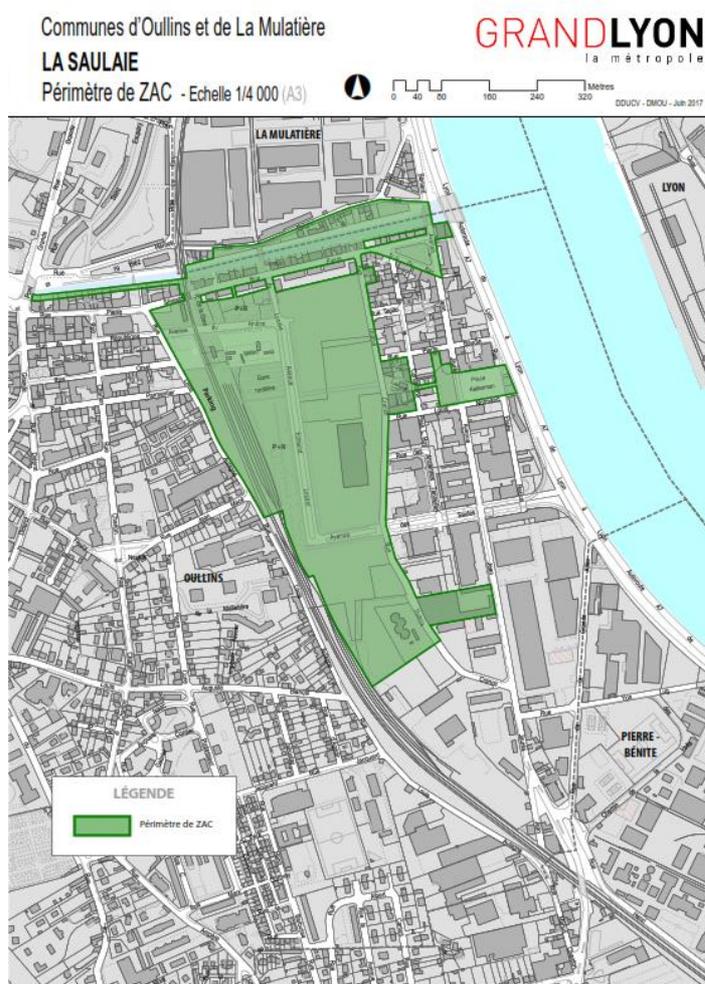


Figure 1 : Périmètre de la ZAC de la Saulaie

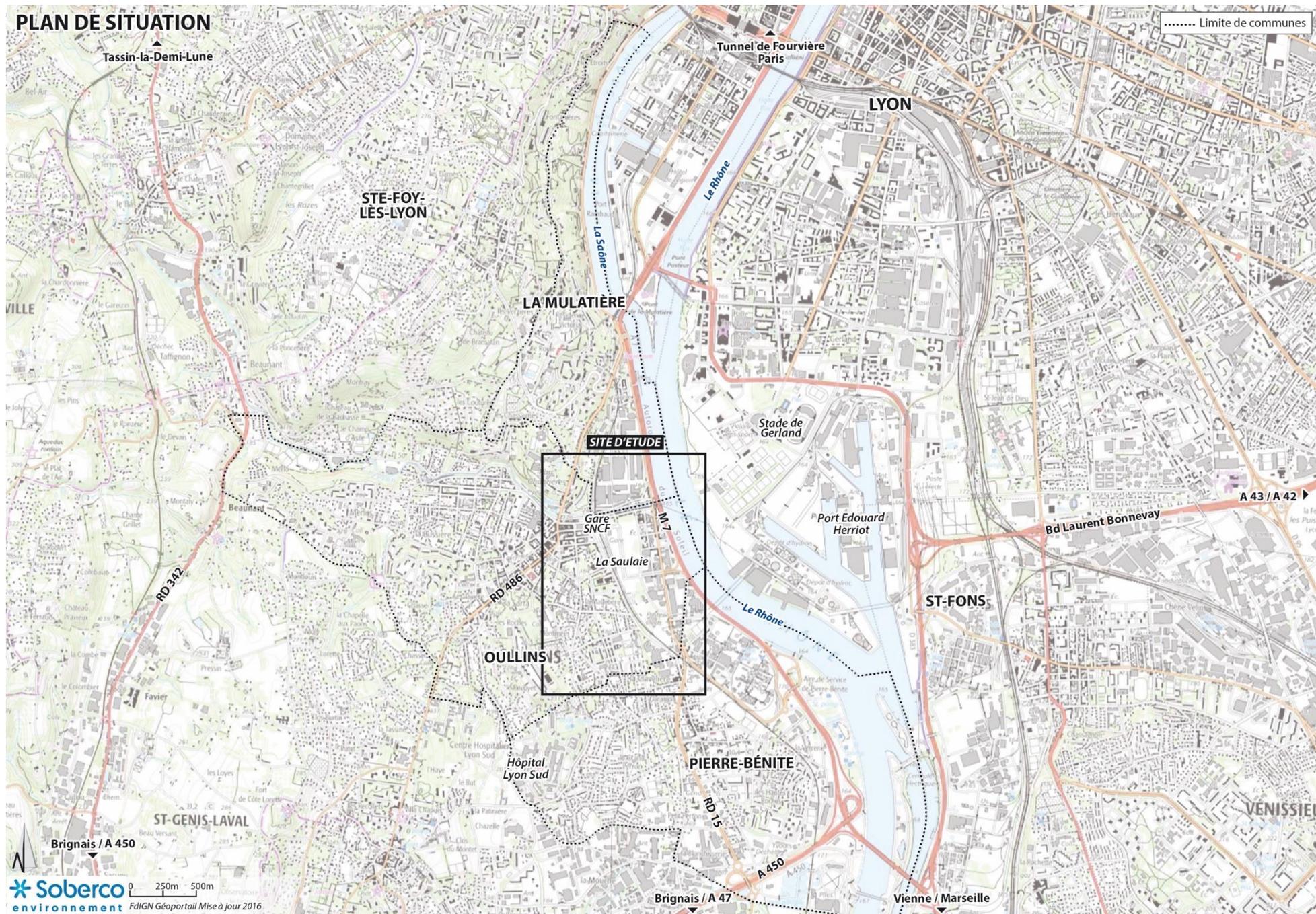


Figure 2 : Plan de situation

2 CONTEXTE NATUREL

Le site et la zone d'étude sont insérés au cœur de la métropole de Lyon, et portent principalement sur des tissus urbains denses, largement urbanisés et artificialisés. A l'échelle de la Métropole, on dénombre toutefois près de 12 000 hectares d'espaces naturels, répartis sur les espaces périphériques et au sein du tissu urbain avec la présence de 14 grands parcs, 31 jardins remarquables et plus de 600 places et squares de proximité.

Le site d'étude, en dépit de sa position en rive droite du Rhône, est caractérisé par un relief et des tissus urbains aérés offrant une grande végétalisation, est positionné sur un secteur central, plus plat et proche de l'agglomération lyonnaise, qui a permis le développement d'habitations denses, et de grands tènements d'activités, laissant peu de place aux espaces verts.

Ainsi, compte tenu de son urbanisation, la zone d'étude n'a pas d'intérêt écologique intrinsèque. Les grandes potentialités écologiques étant concentrées principalement sur l'ensemble du système alluvial du Rhône qui marque la limite Est du Site d'étude. Ces espaces sont par ailleurs identifiés par différents périmètres d'inventaires naturalistes.

En revanche, sa localisation, à proximité immédiate de la confluence de deux cours d'eau majeurs, en fait une zone sensible vis-à-vis des phénomènes de migration et de mise en relations des milieux. Outre l'intérêt que représente le site pour les oiseaux, on rappellera que Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) a des objectifs ambitieux en matière de restauration des voies de "circulation" pour les poissons migrateurs du bassin ; le Rhône et la Saône formant les axes les plus importants et la "colonne vertébrale" du bassin Rhône-Méditerranée-Corse (échelle de préconisation du SDAGE).

On notera toutefois la présence, en limite du site d'étude, de plusieurs parcs publics, espaces aménagés mais qui présentent un intérêt écologique notable du fait de leur insertion au sein du tissu urbanisé :

- Le parc de Gerland en limite Nord-est, au contact immédiat des berges du Rhône : il constitue, avec ses 80 ha, l'un des 14 grands parcs de la métropole. Créé dans le début des années 2000 avec plus de 300 espèces végétales différentes, le parc est aménagé pour partie comme une mégaphorbiaie, et offre de fortes interactions avec le Rhône ;
- Le parc de Chabrières : principal espace vert public de la ville d'Oullins, il s'inscrit sur la côtère de Sainte-Foy, en lien avec l'Yzeron ;
- Le parc du musée des Confluences, au Nord, aménagé en 2015.

Le reste des espaces naturels et végétalisés présents au droit du site d'étude peuvent être catégorisés selon 2 types qui présentent des végétations spécifiques :

- Les espaces entretenus (parcs, jardins, plantations d'alignement...) ;
- Les espaces abandonnés (friches et délaissés).

2.1 ZONES D'INVENTAIRE ET DE PROTECTION

2.1.1 Zones de protection

Le site d'étude n'est pas compris dans une zone de protection du patrimoine naturel, de type Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB) ou Réserve Naturel Nationale ou Régionale (RNN, RNR).

Les zones de protection les plus proches du site d'étude sont les APPB suivants :

- A 9 km à l'Est : l'APPB « Le tupinier », défini par arrêté préfectoral n°1314 du 01/03/2012. Ce site de 9 ha est situé sur la commune de Grézieu-la-Varenne ;
- A 8,5 km au Sud (aval hydraulique) : l'APPB « île de la table ronde », défini par arrêté préfectoral n°1401 du 21/05/1991. Ce site de 60 ha est situé sur les communes de Grigny, de Sérézin-du-Rhône, de Solaize et de Ternay ;
- A 10 km au Nord (amont hydraulique) : l'APPB « Îles de Crépieux Charmy », défini par arrêté préfectoral n°1450 du 31/01/2006. Ce site de 397 ha est situé sur les communes de Vaulx-en-Velin et Rillieux-la-Pape.

Il n'existe pas de sensibilité particulière entre ces zones de protection et le site d'étude.

2.1.2 Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique

L'inventaire des **Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)** a démarré en 1982. Il a pour objectif d'identifier des secteurs à forts enjeux écologique. Les ZNIEFF participent au maintien des grands équilibres naturels ou, constituent le milieu de vie d'espèces animales et végétales rares, caractéristiques du patrimoine naturel régional.

On distingue deux types de ZNIEFF :

- Les ZNIEFF de type I : Secteurs définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional ;
- Les ZNIEFF de type II : Grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Les zones de type II peuvent inclure une ou plusieurs zones de type I.

L'inventaire ZNIEFF est un outil de connaissance et non une protection juridique directe. Il s'agit néanmoins d'un outil d'aide à la décision dans le cadre de l'aménagement du territoire.

La zone d'étude est marquée par la confluence de la Saône et du Rhône, **et ces éléments hydrographiques très particuliers sont identifiés au titre des inventaires des Zones naturelles d'intérêt Ecologique, Floristique, et Faunistiques (ZNIEFF).**

On distingue ainsi 3 ZNIEFF de Type II au sein de la zone d'étude. On notera également que la zone d'étude se situe à 3km au Nord, en amont hydraulique de la ZNIEFF de type I n° 820030245 « Vieux-Rhône entre Pierre-Bénite et Grigny ».

ZNIEFF II n°820030870 « Val de Saône Méridional »

Cette ZNIEFF, qui couvre une superficie de 17 134 ha, concerne le cours de la Saône, ses annexes fluviales et sa plaine inondable. La délimitation de cette ZNIEFF a été retenue du fait de l'importance des interactions biologiques existant encore entre la rivière, la prairie inondable et les divers espaces naturels périphériques.

Il accueille ainsi plusieurs dizaines d'espèces déterminantes, tant dans les groupes floristiques que faunistiques.

ZNIEFF II n°820004939« Ensemble formé par le fleuve Rhône, ses îles et ses brotteaux à l'amont de Lyon »

Le complexe écologique formé par les « îles » (bras du Rhône), les îles, les « brotteaux », les gravières et les bassins de Jonage constitue un ensemble fonctionnel remarquable de 5 261 ha.

L'intérêt de cet ensemble vaut pour la faune piscicole, l'avifaune, les chiroptères, les populations de Castor d'Europe, les batraciens aussi bien que pour les libellules. La flore reste dans l'ensemble également très diversifiée.

ZNIEFF II n°820004939« Ensemble fonctionnel formé par le moyen-Rhône et ses annexes fluviales »

Ce très grand ensemble de 23 866 ha délimite l'espace fonctionnel formé par le cours moyen du Rhône (depuis Lyon jusqu'à Pierrelatte), ses annexes fluviales et son champ naturel d'inondation.

Outre la faune piscicole, cet espace dispose d'un cortège d'espèces remarquables d'insectes (le secteur est notamment un « vivier » remarquable pour l'Agrion de Mercure ou le Sympetrum à corps déprimé), de mammifères (Castor d'Europe) et d'avifaune (colonies d'ardéidés, Sterne pierregarin).

Seule cette ZNIEFF est présente au droit du site d'étude

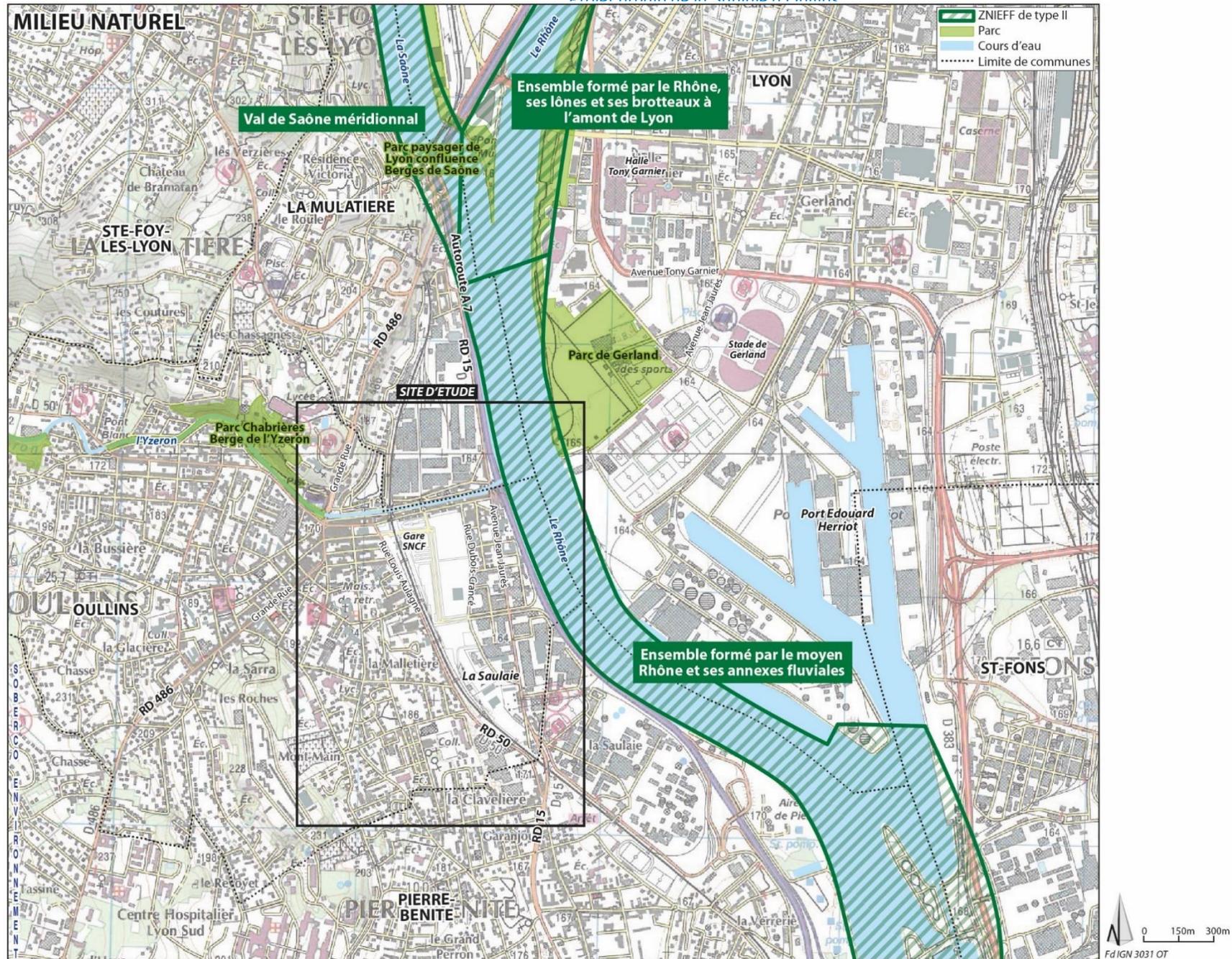


Figure 3 : Milieux naturels à proximité de la ZAC

2.2 CONTEXTE NATURA 2000

Le réseau NATURA 2000 est un réseau écologique européen dont l'objectif est de contribuer à la préservation de la diversité biologique au sein de l'Union européenne. Il assure le maintien, ou le rétablissement dans un état de conservation favorable, des habitats naturels et des habitats d'espèces de la flore et de la faune sauvage d'intérêt communautaire. Ce réseau s'appuie sur deux directives :

- La Directive « Oiseaux » (79/409/CEE) du 2 avril 1979 qui vise la conservation des oiseaux sauvages et la protection des habitats nécessaires à la reproduction et à la survie d'espèces d'oiseaux considérées comme rares ou menacées à l'échelle de l'Europe. Elle prévoit pour cela la création de « Zones de Protection Spéciale » (ZPS) ;
- La Directive « Habitats Faune et Flore » (92/43/CEE), du 21 mai 1992, qui a pour objet la conservation des habitats et des espèces faunistiques et floristiques, rares ou menacées. Elle prévoit pour cela la création de « Zone Spéciale de Conservation » (ZSC).

C'est le maillage de ces deux types de site (ZPS et ZSC) qui constitue le réseau Natura 2000.

La zone d'étude n'est pas répertoriée comme ZPS ou ZSC. Elle ne fait pas partie du réseau Natura 2000

Le site Natura 2000 le plus proche correspond au site intitulé « **Pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'île de Miribel-Jonage** » (FR FR8201785) localisé à environ 10 km au Nord-Est de la zone d'étude.

Ce site concerne principalement les canaux de Miribel et de Jonage et l'île de Miribel-Jonage au Nord-Est de Lyon. Il est exceptionnel car il recèle encore les rares milieux témoins de ce qu'était le fleuve naturel avant son aménagement. La directive Habitats n'intéresse qu'une partie du site : les forêts de bords de rivières et les milieux humides associés au Rhône. Quelques prairies sèches à orchidées sont aussi d'intérêt communautaire. Le site abrite toute une faune visée par la directive Habitats dont de nombreuses espèces de poissons et le castor d'Europe.

Le site d'étude est situé en aval hydraulique du site Natura 2000 et ne recèle pas le même type de milieu (milieux urbanisés). Le site d'étude n'entretient pas de relation écologique fonctionnelle avec le site Natura 2000 « pelouses, milieux alluviaux et aquatiques de l'île de Miribel Jonage » dont les sensibilités naturelles sont principalement liées aux habitats.

RESEAU NATURA 2000

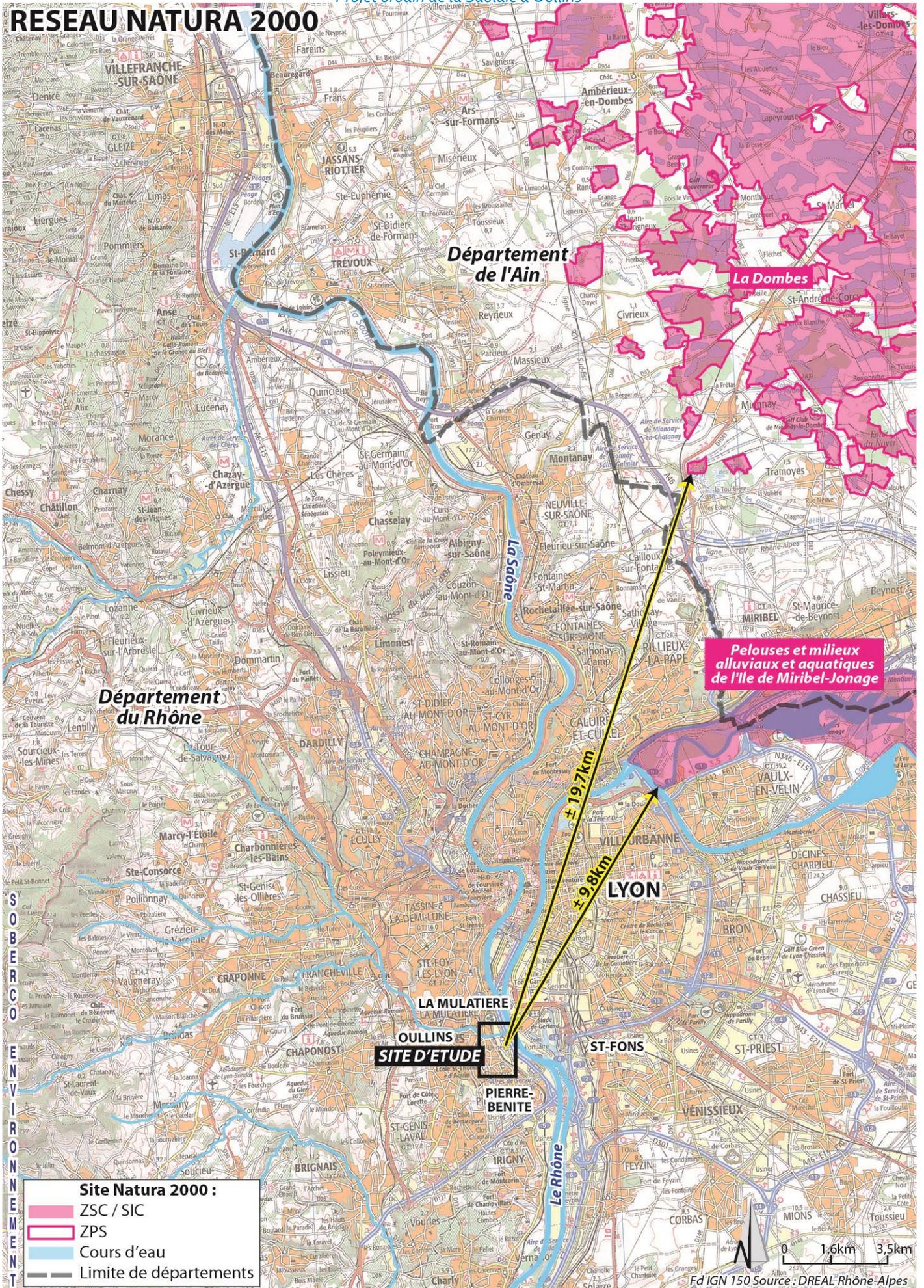


Figure 4 : Réseau Natura 2000 à proximité de la ZAC

3.1 CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES

Les réservoirs de biodiversité sont des espaces identifiés comme des zones riches en biodiversité. Ils s'appuient sur des zonages déjà identifiés. Les corridors écologiques sont les connexions entre les réservoirs de biodiversité. Ils correspondent aux voies de déplacement préférentielles empruntées par la faune et la flore. Ils sont considérés comme fonctionnels lorsque qu'il existe une continuité d'habitat favorable sans barrière importante.

Le continuum écologique est associé à une sous-trame qui représente l'espace accessible, à partir des réservoirs de biodiversité, aux espèces associées à cette sous-trame. Le continuum comprend donc les réservoirs de biodiversité et une zone tampon autour de ces réservoirs, correspondant à la distance maximale parcourue par les espèces.

Par définition, chaque espèce ou groupe d'espèces possède ses propres exigences écologiques. Il existe donc théoriquement autant de continuums écologiques que d'espèces ou groupe d'espèces. Par souci de synthèse et de clarté, 3 grands types de cortèges d'espèces ont été définis, abritant chacun son cortège d'espèces plus ou moins spécialisées :

- Les corridors des milieux boisés, constitués par les différents massifs boisés, bosquets ou encore les bandes boisées ;
- Les corridors des milieux ouverts, qui incluent les prairies, les friches ainsi que les secteurs agricoles ;
- Les corridors des milieux humides, dont font partie les différents cours d'eau, plans d'eau ou marais.

La trame verte et bleue (TVB) « a pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural. » (Art. L.371-1 du code de l'environnement).

C'est un réseau composé de réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques qui les relient entre eux.

La trame verte et bleue comprend une **composante verte** (milieux naturels et semi-naturels terrestres) et une **composante bleue** (réseau aquatique et humide : fleuves, rivières, canaux, étangs, zones humides, mares...) qui forment un ensemble indissociable. Elle est identifiée par les documents de l'Etat et constitue un outil d'aménagement durable du territoire. Cette démarche vise à maintenir et à reconstituer un réseau d'échanges pour que les espèces animales et végétales puissent circuler, s'alimenter, se reproduire.

3.1.1 Trame verte et bleue à l'échelle de la région (actualisation 2021)

Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)

Le SRADDET fait suite à la loi NOTRe (Nouvelle Organisation Territoriale de la République) du 7 août 2015 qui modifie les dispositions du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT). Ce nouveau schéma est confié au Conseil régional et substitue au Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), au Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) au Schéma Régional Intermodalité, au Schéma Régional des Infrastructures et des Transports (SRIT) et au Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD).

Le SRADDET fixe des objectifs de moyen et de long terme en lien avec 11 thématiques :

- Equilibre et égalité des territoires ;
- Implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional ;
- Désenclavement des territoires ruraux ;
- Habitat ;
- Gestion économe de l'espace ;
- Intermodalité et développement des transports ;
- Maîtrise et valorisation de l'énergie ;
- Lutte contre le changement climatique ;
- Pollution de l'air ;
- Protection et restauration de la biodiversité ;
- Prévention et gestion des déchets.

Le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes

Le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes a été adopté par le Conseil régional des 19 et 20 décembre 2019 et a été approuvé par arrêté préfectoral le 10 avril 2020.

Le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes est composé d'un rapport d'objectifs (61 objectifs opérationnels), d'un fascicule et de deux tomes de règles (l'un contient des règles générales, l'autre des règles spécifiques au volet déchets), et de plusieurs annexes.

Trame verte et bleue à l'échelle régionale

Le site d'étude ne présente pas d'espaces fortement fonctionnels à l'échelle régionale. En effet, il s'inscrit dans une zone artificielle et n'associe aucun objectif spécifique à celui-ci. Seuls le Rhône et l'Yzeron sont identifiés comme des éléments constitutifs de la trame bleue.

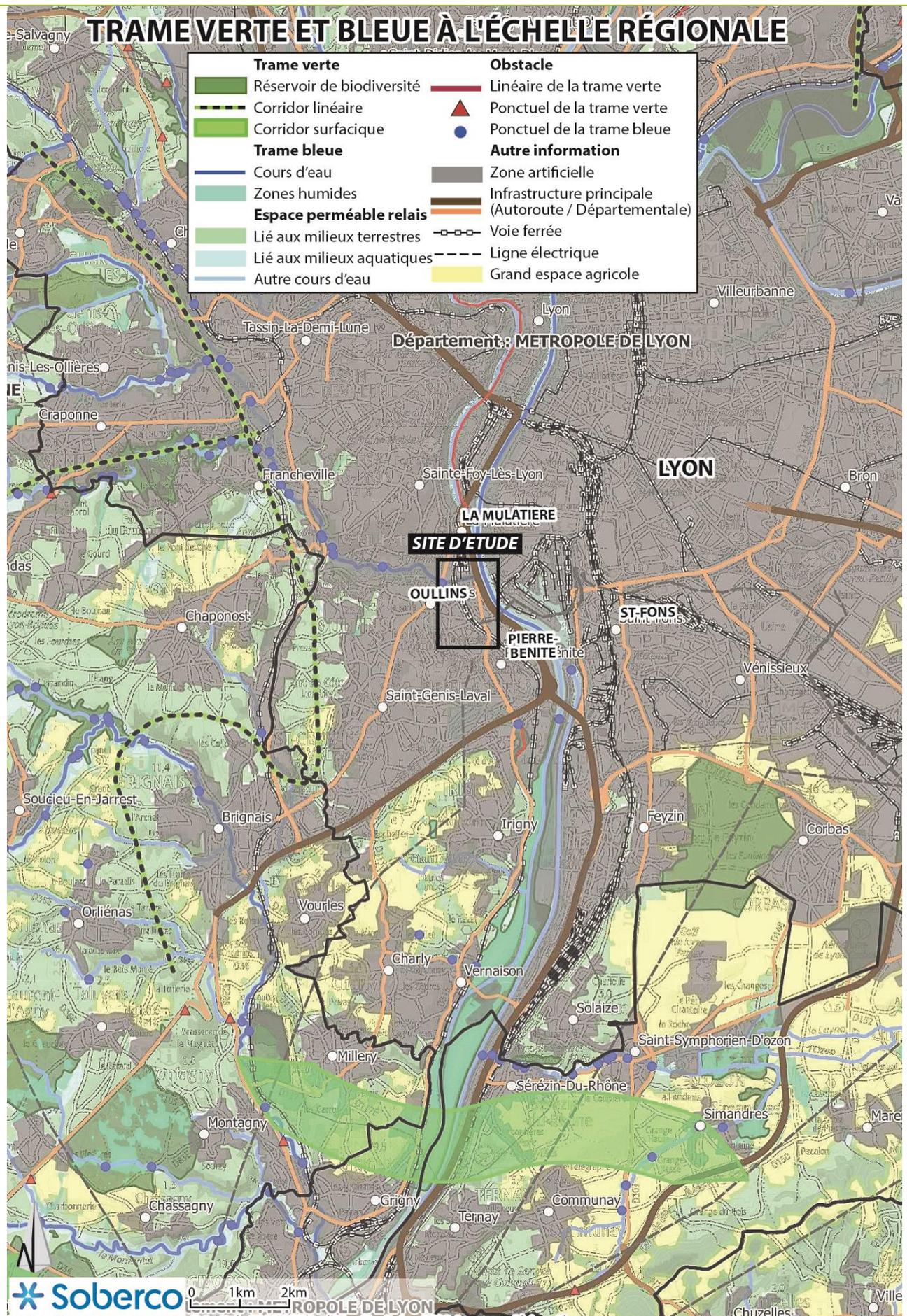


Figure 5 : SRADDET et la Zac de la Saulaie

3.1.2 Trame verte et bleue à l'échelle de la métropole de Lyon (actualisation 2021)

En se basant sur le SRCE (remplacé par le SRADDET) et dans le but de maintenir une Trame verte et bleue fonctionnelle, offrant des services écosystémiques aux habitants, la Métropole de Lyon a réalisé sa trame verte et bleue à l'échelle plus locale et s'est fixée les objectifs suivants :

- Préserver la qualité des réservoirs de biodiversité ;
- Préserver les connexions écologiques majeures ;
- Préserver le réseau écologique local ;
- Préserver et améliorer la qualité des milieux naturels ;
- Au-delà de la protection de l'existant, restaurer le réseau écologique ;
- Prendre en compte le réseau écologique aérien ;
- Contribuer au bien-être des habitants de la Métropole ;

A l'échelle de la métropole, l'Yzeron (au Nord du site d'étude) et le Rhône (à l'Est), sont identifiés comme des cœurs de biodiversité de la trame bleue. L'Yzeron est un corridor écologique dont la continuité est à créer ou à restaurer avec un point de conflit de la trame bleue (aquatique) sous le pont d'Oullins (RD486).



Figure 6 : Zoom sur le site d'étude de la carte de la trame verte et bleue de la métropole de Lyon



Figure 7 : Pont d'Oullins (RD486) – Point de conflit de la trame bleue

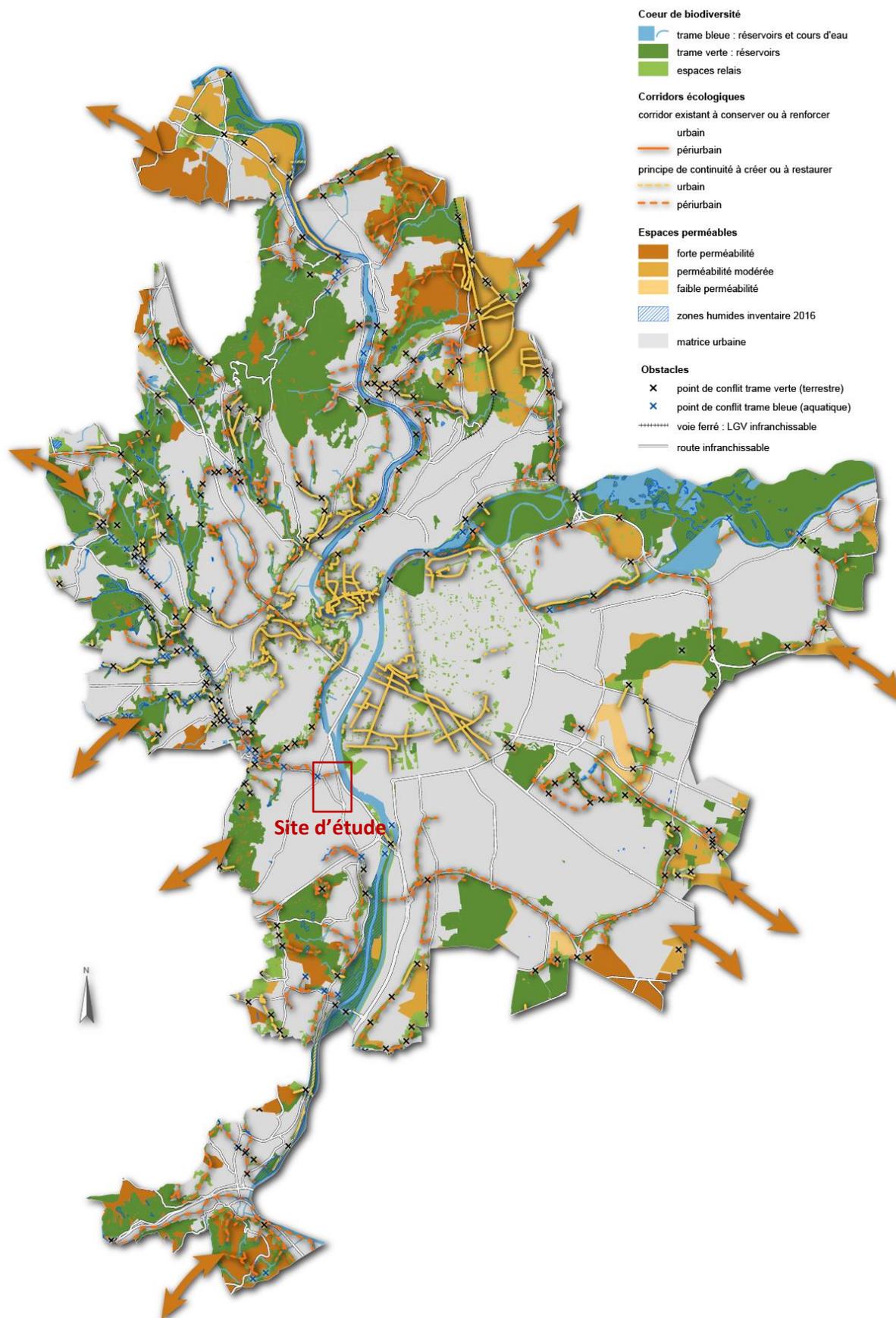


Figure 8 : Trame verte et bleue à l'échelle de la métropole de Lyon

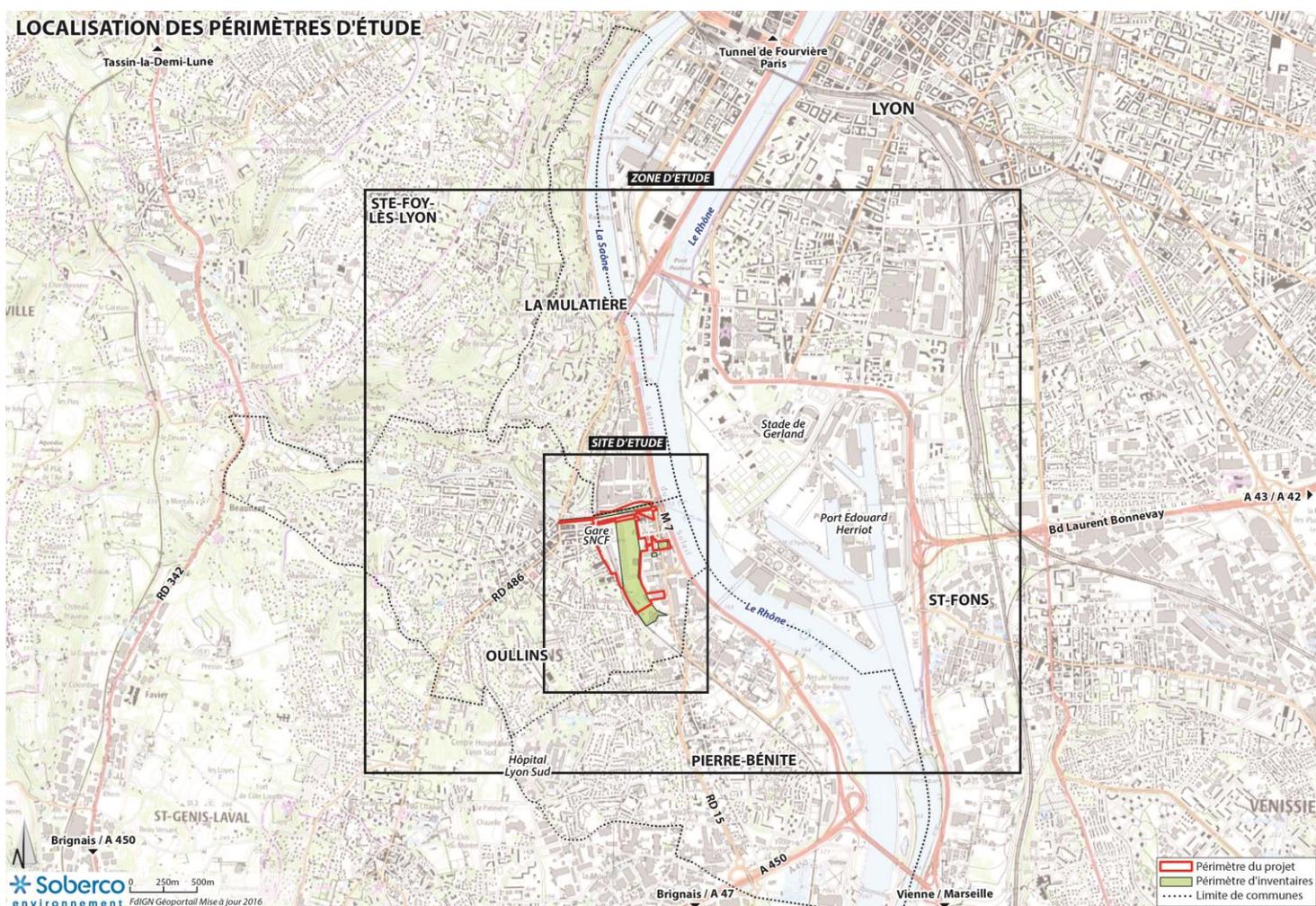
4 INVENTAIRES FAUNE, FLORE ET HABITAT

4.1 PRÉAMBULE

L'analyse de l'état initial de l'environnement est réalisée à travers une inspection géographique autour de la zone pressentie pour l'opération visée par le présent dossier.

3 périmètres différents sont définis pour identifier les enjeux :

- **Périmètre d'inventaire** ou **aire d'étude** correspond aux zones où les inventaires se sont réalisés dans ou aux alentours de la ZAC.
- **Périmètre de la ZAC**
- **Le site d'étude** porte sur la zone immédiate pressentie pour le projet, et sur ses environs les plus directs : rues adjacentes, éléments caractéristiques du site.
- **La zone d'étude**, qui porte sur un périmètre plus large, pour les thématiques qui impliquent des connexions entre le site d'étude et le reste de l'agglomération.



4.2 TRAME VERTE ET BLEUE ET SENSIBILITÉS ÉCOLOGIQUES DU SITE

4.2.1 1 Occupation du sol par les milieux naturels

Le site d'étude est avant tout un milieu urbain, dense et largement artificialisé. Toutefois, compte tenu de l'évolution historique des activités qui y ont pris place, il présente plusieurs caractéristiques spécifiques, avec des milieux semi-naturels qui y occupent une place notable.

Ainsi, les milieux naturels présents au droit de la zone d'étude sont les suivants :

Les habitats de friches:

Ces friches constituent les plus grandes superficies de milieux « naturels » de la zone d'étude. Plusieurs types de « friches, à tendance végétale ou minérale » sont toutefois présents au droit du site.

- **Les friches issues de la déconstruction des activités industrielles** : depuis les années 1990, la reconversion des grands tènements industriels du site d'étude a entraîné une déconstruction d'une partie des éléments bâtis et un retour à un état « non artificialisé » des sols. Toutefois, le dépôt sur place des matériaux minéraux et grossiers issus de la déconstruction ne constitue pas un sol suffisamment meuble pour permettre le redéveloppement d'une végétation dense. Les espèces végétales qui y prennent place sont donc fortement inféodées à ce type de milieux.

Aujourd'hui, Ces terrains sont principalement représentés par les anciens terrains SNCF des AMOV, sur la partie n'ayant pas été reconvertie dans le cadre de l'aménagement du pôle multimodal.

- **Les terrains d'activités liées au traitement des matériaux du sol** : bien que ces secteurs soient avant tout des terrains d'activités lourdes, avec des sols compacts mais non artificialisés, le brassage de terres et leur stockage temporaire peut constituer des milieux refuges provisoires pour la faune et, dans certains cas, la flore.

Sur le site d'étude, ces terrains sont principalement situés le long de la voie ferrée, à l'Est, dans le prolongement de la voie Edmond Locard (Sagyr, DMTS)

- **Les voies ferrées et espaces de délaissés ferroviaires** : la présence, au droit du site d'étude, de voies ferrées (supportant du trafic ou non), de voies de garage et de triage, ainsi que des délaissés qui les accompagnent, constitue également un support pour des milieux semi-naturels, minéraux (ballasts notamment), mais très spécifiques et pouvant accueillir une faune et une flore inféodée à ces milieux.

Les jardins

La forte densité d'habitation sur le site d'étude implique une densité importante de jardins privés en lien avec les logements.

Ainsi, le site d'étude présente un tissu végétal notable par le biais des petits « pas japonais » formés par ces jardins. Les jardins sont plus nombreux à l'Ouest de la voie ferrée en raison du plus grand nombre de maisons individuelles.

Bien que ces jardins, pris individuellement, ne présentent pas un intérêt écologique intrinsèque fort, ils **constituent par leur nombre et le réseau qu'ils forment, un potentiel de refuge important pour les espèces, et offrent des possibilités de déplacement tant pour les animaux que pour la dispersion des végétaux.**

Sur le quartier de la Saulaie, les jardins sont peu nombreux. Ils sont concentrés au Nord du quartier, et sont de petite taille car il s'agit principalement de « terrasses vertes » pour les résidents des rez-de-chaussée des logements collectifs.

Les parcs, squares et espaces publics ornementaux

Au-delà des jardins privés, le site d'étude accueille plusieurs petits parcs, square et jardins publics répartis au sein du tissu bâti, et notamment au sein du quartier de la Saulaie : square Kellermann, square de la convention, square Dubois-Crancé, Square Jean-Jaurès.

Ces espaces sont de petite taille, et en l'absence de gestion et d'aménagements particuliers, présentent un intérêt écologique similaire aux jardins privés. Ces espaces peuvent accueillir des arbres de hautes tiges de dimensions sensiblement plus importantes que les jardins privés.

A l'Ouest de la voie ferrée, et notamment en limite du site d'étude, les parcs et jardins publics sont de plus grande taille avec une diversité d'espèces végétales (parc Chabrières notamment). Ils offrent des potentialités écologiques plus importantes.

Les délaissés de voiries et de fond de parcelles

Les nombreuses voiries et parcelles d'activités du site d'étude sont accompagnées d'espaces de délaissés, qui constituent autant de milieux sur lesquelles une végétation pionnière se développe.

On notera cependant que ce développement est propice à l'implantation de plantes invasives.

Les bosquets, friches arbustives et haies denses

Plusieurs ensembles de bosquets et friches arbustives sont présents au droit du site d'étude, particulièrement en tant que vestiges du traitement esthétique apporté aux anciens grands tènements ferroviaires.

Les principaux bosquets sont identifiés en limite des terrains en attente de l'ancien site des AMOV, le long de la rue Dubois-Crancé, à l'arrière des logements situés du Pierre Séward, ou en limite du terrain du SAGRYC.

La section Sud de la rive Ouest de la voie ferroviaire, compte tenu de l'important talus qui soutient le « quai » Louis Aulagne, constitue également une continuité de haie arborescente assez dense.

Actualisation de la carte habitats naturels (actualisation 2021)

La carte habitats naturels présentée dans l'étude d'impact de 2017 était basée sur une photographie aérienne plus ancienne. Elle est actualisée en identifiant les stocks de terre déjà présents au Sud de la résidence Parme : ces stocks ont perduré avec une reprise partielle de végétation jusqu'en 2021 où le nettoyage a été engagé retrouvant ainsi un état proche de celui de 2016. Cf Evolution des habitats : comparaison 2016-2021, p23.



Figures 9, 10 et 11 : stocks à proximité de la résidence Parme (2016)

4.2.2 Continuités écologiques

Le site d'étude ne présente pas de réelles continuités écologiques, y compris à l'échelle locale, du fait :

- D'un territoire globalement urbanisé et artificialisé, hérité d'un passé industriel qui n'a laissé que peu de place au développement d'espaces végétalisés ;
- De la présence de quelques pièces boisées de dimensions significatives (plusieurs centaines de m²), mais ne présentant pas de liens fonctionnels entre eux ;
- De l'absence de trame verte résiduelle de jardins ou d'espaces verts publics ;
- De la forte artificialisation des berges des cours d'eaux qui bordent le site.

Toutefois, on notera plus particulièrement :

- La continuité aménagée dans le cadre de la création de la rue Edmond Locard et prolongée par l'avenue des Saules, avec la noue centrale et les arbres en alignement ;
- La voie ferrée, qui est un corridor de déplacement potentiel pour les mammifères, celui-ci étant cependant fortement dégradé et peu fonctionnel localement (broyage de la couverture végétale, éradication de la strate herbacée par traitements phytosanitaires).
- L'Yzeron est un corridor écologique dont la continuité est à créer ou à restaurer avec notamment un point de conflit de la trame bleue (aquatique) sous le pont d'Oullins (RD486).
(Actualisation 2021)

Sensibilités du site au regard des habitats et continuités

L'enjeu des habitats inventoriés sur le site est faible. Les habitats de friches et les fourrés sont le résultat de l'évolution naturelle des milieux perturbés par les activités humaines. Dans les friches on retrouve certaines espèces végétales annuelles dites messicoles.

Ces milieux ne sont pour autant pas dénués d'intérêt pour la faune.

De nombreuses espèces peuvent venir y accomplir certains cycles biologiques vitaux, comme la nidification des passereaux et la recherche alimentaire pour l'entomofaune et l'avifaune. Ces milieux sont évalués à enjeux locaux faibles.

4.2.3 Conduite des inventaires

Préambule

Les inventaires ne sont pas menés sur l'intégralité de la zone d'étude, les zones de prospections sont choisies en fonction des enjeux présents sur le site d'étude.

Périodes de prospections

Des inventaires ont été réalisés :

- En 2016/2017 dans le cadre de l'étude d'impact du projet de création de ZAC de la Saulaie ;
- En été 2021 (**actualisation 2021**).
- Hiver 2022/2023 (**actualisation 2023**)

Le calendrier complet des périodes préconisées (hachures vertes) et différents passages de recensement est présenté ci-dessous.

Groupe/Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Flore et habitats naturels	<i>Floraison</i>											
			8	19	23	8	12 + 29				11	
Lépidoptères	<i>Période d'activité, par temps chaud</i>											
					23	8	8 + 29	23				
Odonates, Orthoptères et Coléoptères	<i>Période d'activité, par temps chaud</i>											
					23	8	8 + 12 + 29	23				
Amphibiens	<i>Sortie d'hibernation puis reproduction</i>											
			8	5 + 19	23	8	29	23				
Reptiles	<i>Sortie d'hibernation</i>											
			8	5 + 19	23	8	29	23				
Oiseaux	<i>Hivernage</i>			<i>Migration prénuptiale, nidification</i>					<i>Migration postnuptiale</i>			<i>Hivernage</i>
			8 + 17	5 + 19	23	8	29	8 + 23		11		
Mammifères terrestres	<i>Reproduction et déplacements</i>											
			8	5 + 19	23	8	12 + 29	23		11		
Chiroptères	<i>Hibernation</i>						<i>Estivage, déplacements</i>					<i>Hibernation</i>
	12					20	29	23	22			

Tableau 1: Calendrier des périodes préconisées (hachures) et des passages de recensement (2016/2017 en **gras**, 2021 en **rouge**, 2023 en **violet**).

Conditions météorologiques

Les conditions d'observations sur les différentes sessions réalisées ont permis des prospections favorables à l'analyse de la présence des espèces animales. Les données météorologiques relatives aux différentes prospections de la zone d'étude sont reportées dans le tableau suivant :

Date	Horaires	Groupes étudiés	Températures (°C)	Vent	Temps
22 Septembre 2016	22h00 – 01h00	Chiroptères	13	Nul	Beau
11 Octobre 2016	7h30 – 10h30	Flore, habitat, Avifaune, tous groupes	8	Nul	Lever du Jour Voile nuageux
8 Mars 2017	7h30-10h00	Flore et habitats, Amphibiens, Tous groupes	14	Nul	Nuageux
17 Mars 2017	20h00 – 00h00	Avifaune, amphibiens	12	Nul	Beau
5 Avril 2017	7h30 – 10h00	Avifaune, Mammifères, Amphibiens, reptiles	18	Nul	Beau
19 Avril 2017	7h30 – 14 h00	Flore, Avifaune, Mammifères, Amphibiens, reptiles	14	Nul	Beau
23 Mai 2017	7h30 – 14 h 00	Flore, Avifaune, Mammifères, Amphibiens, reptiles, Lépidoptères	22	Nul	Beau
8 Juin 2017	7h00 – 14h 00	Tous groupes	25	Nul	Beau
14 Juin 2017	22h30 – 01h30	Chiroptères	22	Nul	Beau après orage de fin d'après midi
12 Septembre 2017	8h30 – 11h30	Flore, habitat, entomofaune, tous groupes	26	Nul	Voile nuageux
29 Juillet 2021	17h00 – 23h00	Avifaune, mammifères, insectes, reptiles, Chiroptères (actif)	28-23	Nul	Beau
	21h00 – 6h00	Chiroptères (passif)	26-18	Nul	Beau
23 Août 2021	9h30 – 16h00	Avifaune, mammifères, insectes, reptiles.	19-24	Faible	Beau
	21h00 – 6h00	Chiroptères (passif)	20-17	Faible	Beau
12 janvier 2023	-	Chiroptères (recherche de gîte dans la galerie souterraine)	6-7	-	-

Tableau 2: Conditions météorologiques relatives aux expertises naturalistes réalisées (sources : notes de terrain et données de la station météorologique Lyon-Bron)

4.2.4 La Flore et les habitats naturels

Richesse spécifique du site d'étude

La végétation du site d'étude est relativement pauvre, et surtout composée d'espèces pionnières ayant pu recoloniser les terrains laissés en friches suite à la démolition des anciens terrains ferroviaires.

Toutefois, en dépit de ce constat, il a été dénombré un total de **153** espèces végétales sur le site. Aucune des espèces identifiées ne présente de statut de protection particulier, ni n'est présente sur la liste rouge des espèces à enjeux de Rhône-Alpes.

2 espèces sont toutefois déterminantes pour les ZNIEFF, que l'on trouve assez fréquemment sur des sols secs, chauds, méso xérophiles drainants dans des friches vivaces.

- **L'œillet velu** (*Dianthus armeria*), a été identifié au droit des anciens terrains ferroviaires, à proximité de l'atelier restant ;
- La **Laitue vireuse** (*Lactuca virosa*) a été identifiée à l'arrière de la résidence Parme.

Principaux espaces naturels présents au droit du site d'étude

Au regard des groupements floristiques présents au droit du site d'étude, 8 habitats différents ont été mis à jour sur le site d'étude. La moitié de ces habitats sont des milieux minéraux ne présentant pas de flore caractéristique : les espaces urbanisés internes de type « centre urbain », les voies ferrées, les résidus du site industriel ancien, ainsi que les voies ferrées.

Les 4 autres types d'habitats recensés présentent des végétations plus inféodées, et disposent d'un rôle plus structurant dans la trame des milieux naturels du site.

Habitat de friche minérale/ rudérale composé de deux sous-habitats

Friches annuelles européennes (*Sisymbrietea officinalis* - code Corine biotope 87.2)

Cet habitat se retrouve principalement dans les zones régulièrement perturbées par l'Homme comme les terrains vagues, les délaissées de voie ferrée.

Sur le site d'étude, ces terrains composent la majeure partie des milieux identifiés au cœur des friches industrielles. La physionomie de cet habitat peut être très variable mais est toujours composé d'une majorité d'espèces annuelles. Les sols occupés par les friches annuelles sont toujours secs et bien drainés et sont localement souvent tassés. On y retrouve de nombreuses espèces exotiques. Lorsqu'aucune perturbation majeure ne vient perturber le milieu, celui tend progressivement à être supplanté par une friche vivace, plus dense. On retrouve des espèces telles que l'Ambrosie à feuilles d'artémise, l'Orge des rats et la Laitue sauvage.

Les friches annuelles **ne possèdent pas de valeur patrimoniale**. En effet, elles n'abritent que peu de plantes patrimoniales, qui sont absentes des relevés effectués dans le cadre de l'étude. Malgré cela, ce milieu est en régression en France et ce type de milieu est souvent utilisé par les passereaux granivores. Il constitue un **lieu de recherche alimentaire pour ces espèces qui ont tendance à voir leurs populations décliner aujourd'hui**.

Végétation annuelle, nitrophile, commensale des cultures annuelles ou sarclées (Stellarietea mediae - code Corine biotope 87.2)

Dans les paysages agricoles, on retrouve souvent ce type de végétation en bordure des cultures. Aujourd'hui, elles se maintiennent difficilement du fait de l'agriculture intensive. Certaines espèces sont même menacées par l'intensification des pratiques agricoles.

Sur le site d'étude, cette végétation de plantes annuelles accompagnatrices des cultures n'est absolument pas liée aux cultures. Les espèces de ce type d'habitat viennent coloniser des zones et chevauchent les zones en friches au contact des bosquets. On retrouve notamment le Coquelicot, le Fumeterre officinal ou la Véronique de Perse.

L'enjeu floristique de cet habitat est faible, mais la présence de cette végétation est potentiellement attractive pour les cortèges entomologiques et avifaunistiques notamment dans le cadre de la recherche alimentaire (espèces pollinisatrices et granivores.)

Habitat de friche végétale composé de deux sous-habitats :

Friches vivaces thermophiles à dominance de vivaces et de bisannuelles, eurosibériennes à subméditerranéennes (Onopordetalia acanthii - code Corine biotope 87.1)

La composition floristique de cet habitat est dominée par des cortèges nitrophiles, le plus souvent rudérales, se développant sur des sols secs à moyennement secs, dans des régions au climat plutôt chaud.

Cet habitat est la succession écologique naturelle de la friche annuelle lorsqu'aucune perturbation n'intervient sur le milieu. En effet, la végétation bisannuelle et vivace va progressivement prendre la place des annuelles.

Sur le site d'étude, cet habitat est assez restreint, et se retrouve principalement le long de la rue Dubois-Crancé, à l'intérieur du mur d'enceinte des anciennes friches ferroviaires.

Les espèces caractéristiques que l'on peut observer sont par exemple la Mauve sylvestre, l'Onagre, ou encore le Mélilot officinal.

Ce milieu ne détient pas plus de valeur patrimoniale que la friche annuelle. Il ne représente qu'un **enjeu faible** sur le site d'étude.

Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaires-montagnards, méso à eutrophiles (Rhamno catharticae - Prunetea spinosae - EUNIS F3.11 - code Corine biotope 31.8)

Les fourrés arbustifs sont caractérisés par une végétation arbustive eurosibérienne. Dans ce type de milieu la densité des individus est souvent élevée, ce qui rend le milieu quasiment impénétrable.

Dans le périmètre de l'étude, ils sont caractérisés par des fourrés de colonisation, stade évoluant vers de la forêt, aux franges des bosquets. Ces fourrés s'établissent dans des zones où les sols sont déjà évolués, c'est à dire avec des horizons pédologiques bien définis.

On retrouve des espèces arbustives telles que le Cornouiller sanguin, le Fusain d'Europe ou encore le Prunellier.

Si l'évolution naturelle du milieu ne rencontre pas de perturbation, on peut observer cet habitat durant 15 à 30 ans avant que celui-ci n'évolue progressivement vers un stade forestier.

Ce milieu naturel ne représente qu'un **enjeu faible** pour la biodiversité. De plus, aucune espèce végétale patrimoniale n'a été recensée au sein de ces milieux sur le site d'étude.

Boisements rudéraux (code Corine biotope 84.3)

Les boisements rudéraux sont composés de petits bosquets et petits bois formés par l'évolution des fourrés arbustifs. Sur le site d'étude, on retrouve ainsi plusieurs bosquets, principalement localisés :

- Sur les terrains entourant la résidence Parme, entre la rue Dubois-Crancé et la voie ferrée ;
- A l'entrée du terrain du Sagyr ;
- Au cœur des terrains en friche, au droit de l'ancienne entrée du site des AMOV.

<i>Nature de l'habitat</i>	<i>Surface de l'habitat</i>	<i>Enjeu de l'habitat</i>
<i>Boisements rudéraux</i>	6246 m ²	Modéré
<i>Espace enherbé</i>	5162 m ²	Faible
<i>Fourrés arbustifs</i>	2218 m ²	Faible
<i>Parc, square, espace vert ornemental</i>	7155 m ²	Faible
<i>Végétation annuelle nitrophile</i>	2917 m ²	Faible
<i>Zone de friches / Fourrés arbustifs</i>	3635 m ²	Faible
<i>Friche minérale annuelle européenne</i>	57100 m ²	Nul

Espèces invasives

Compte tenu de son caractère de friche industrielle, le site compte un nombre très important d'espèces floristiques invasives. Au total, il a été identifié 12 espèces pouvant être considérées comme invasives, dont la liste complète est présentée comme suit : Souchet vivace, Séneçon du Cap, Onagre, Armoise de Verlot, Renouée du Japon, Ambroisie à feuilles d'artémise, Phytolaque d'Amérique, Buddleja de David, Robinier faux-acacia, Ailante, Erable à feuilles de Frêne, Vigne vierge.

Ces espèces invasives ont été retrouvées en 2021.



Figure 13 : Station de Renouée du japon et Ailante présents sur le site d'étude (Soberco Environnement, Août 2021)

4.2.5 Evolution des habitats : comparaison 2016-2021

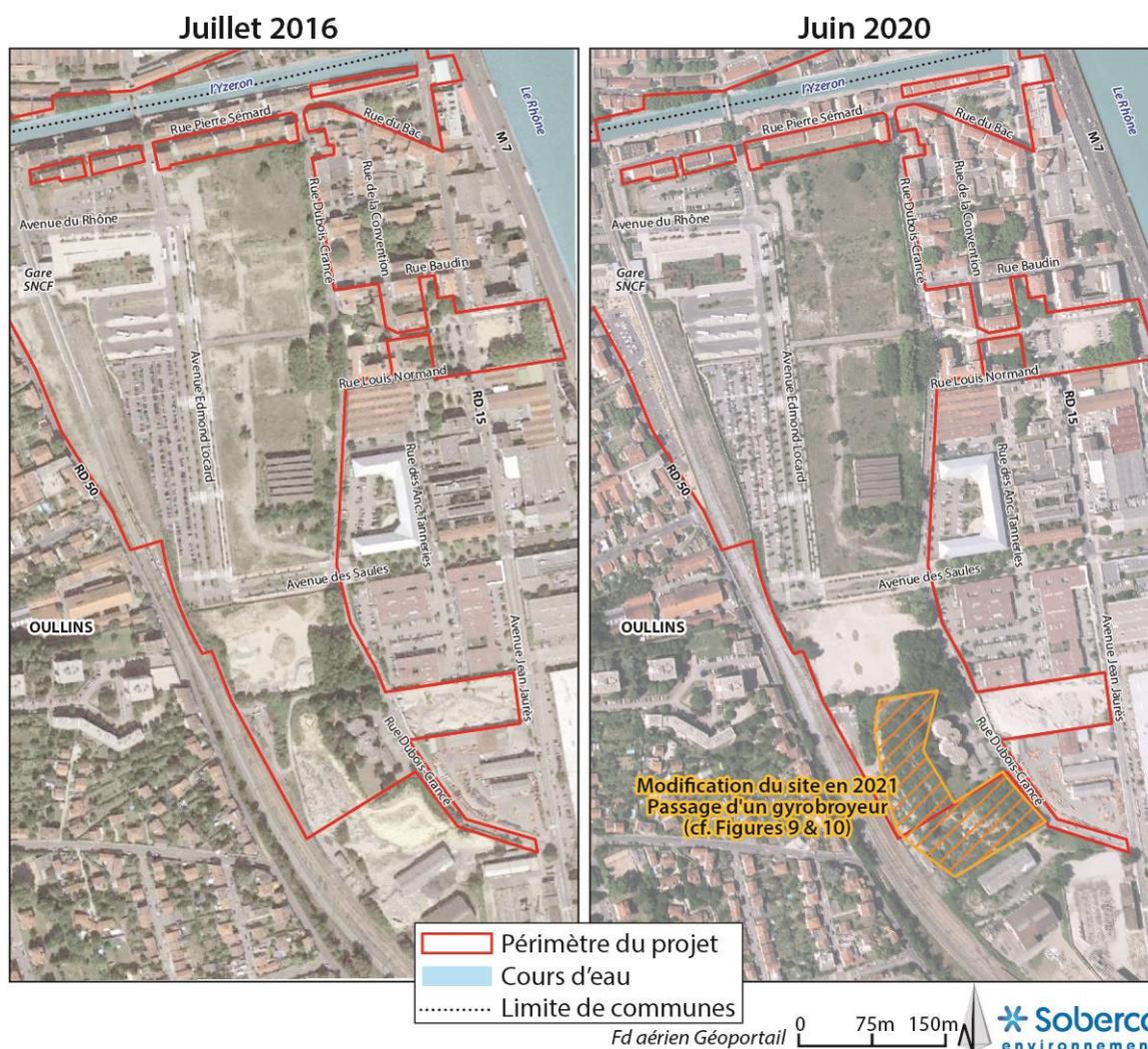
Une comparaison du site entre les années 2016/2017 et 2021 est réalisée afin d'appréhender l'évolution du site et d'éventuels nouveaux enjeux écologiques.

Les photographies aériennes présentées ci-dessous ont été prises en juillet 2016 (gauche) et en avril 2020 (droite). D'une manière générale, le couvert végétal est plus visible en 2016 qu'en 2020 car les photographies n'ont pas été prises à la même saison (été en 2016 avec un important feuillage et printemps en 2020 avec un feuillage en cours de développement).

Toutefois, ces photographies, appuyées d'une comparaison des photographies prises en 2016/2017 avec les visites de terrains réalisées en 2021 (voir les comparaisons des pages suivantes), **permettent de conclure que les habitats sont les mêmes que ceux décrits en 2016/2017.**

En 2020, la partie Sud du site présente une végétation beaucoup plus évoluée qu'en 2016 mais le site a récemment été remanié en raison de l'intervention d'un gyrobroyeur mi-2021 sur la végétation rudérale (voir les photographies 7, 8, 9 et 10) qui s'était développée sur ces dernières années. Cette partie du site retrouve ainsi le caractère minéral qu'il avait en 2016.

ÉVOLUTION PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE DU SITE

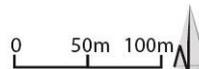


Figures 14 : Photographies aériennes du site (Google Earth)

LOCALISATION DES PRISES DE VUE 2016-2022



Fd aérien Géoportail 2020



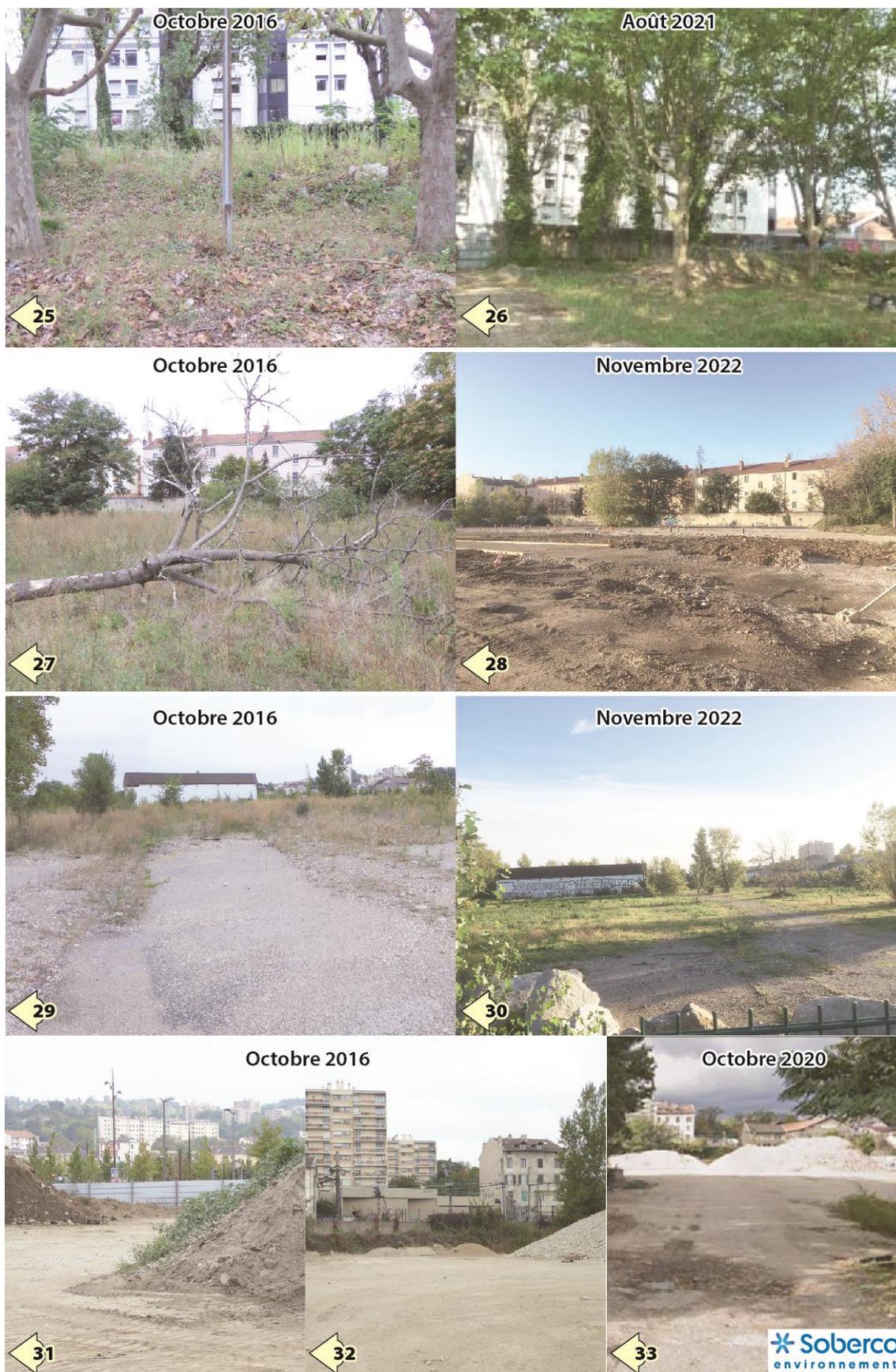
Soberco
environnement



Les photos ci-dessus se situent hors-ZAC↑







4.2.6 La Faune

Avifaune

On rappellera au préalable que les inventaires avifaunistiques ont été réalisés de manière à prendre en compte l'ensemble des populations d'oiseaux pouvant avoir un lien avec le site, c'est-à-dire les espèces locales (en période printemps été), les espèces migratrices (à l'automne) et les espèces hivernantes (pendant l'hiver). Toutes les espèces observées ont été notées, même celles qui ne faisaient que passer.

Durant ces inventaires, réalisés en 2016, 2017 et 2021, 38 espèces d'oiseaux ont été observées sur le site d'étude. Cette diversité avifaunistique peut être qualifiée de moyenne à pauvre, notamment au regard de l'intégration dans ce comptage d'espèces en vol, réduisant les espèces utilisant réellement le site. Le peuplement observé lors des sorties est relativement commun et peut être associé à différents cortèges :

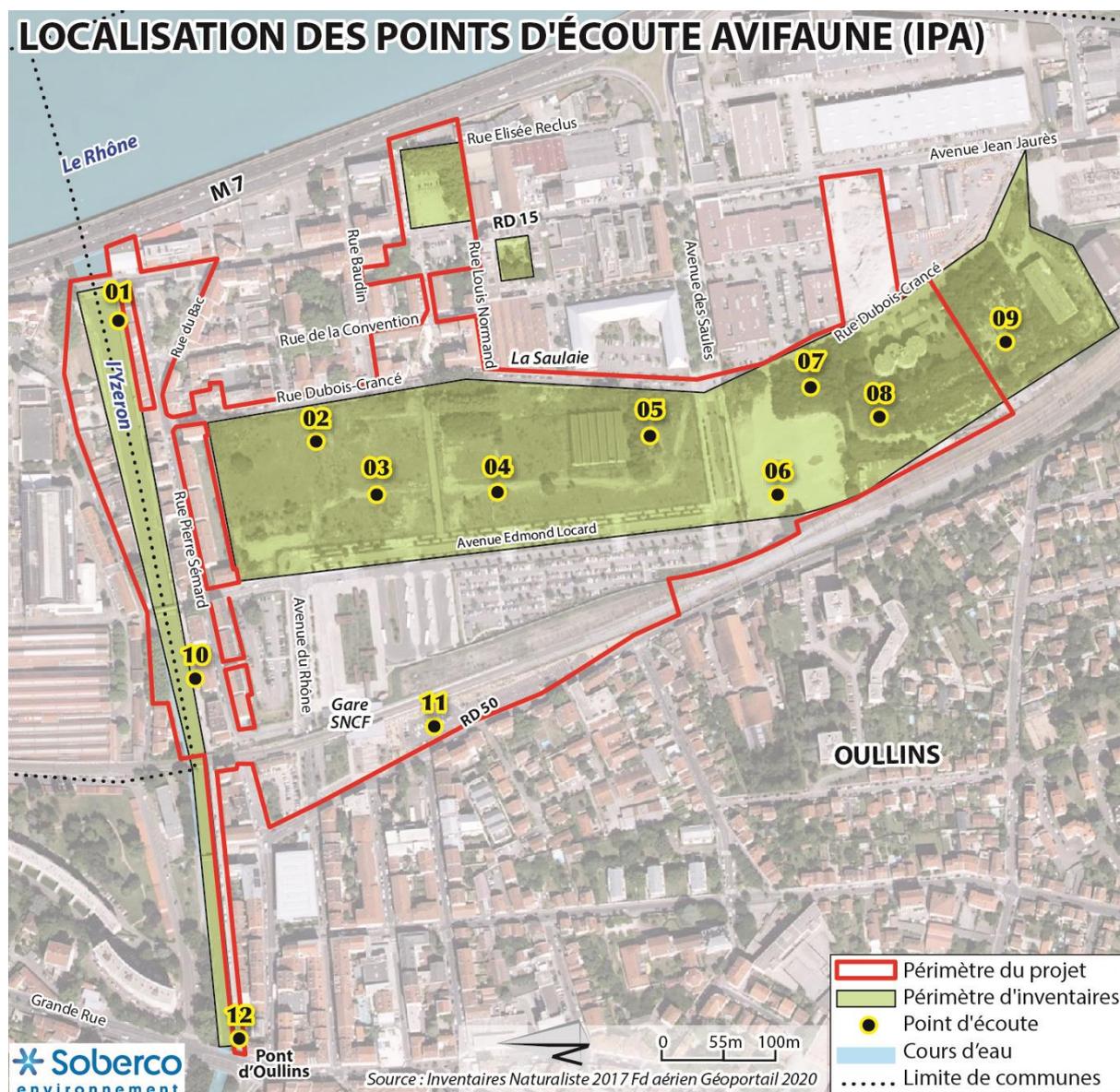


Figure 15 : Localisation des points d'écoute pour l'IPA

Les espèces généralistes

Les espèces généralistes sont par définitions très communes, car disposant d'une capacité à utiliser l'ensemble des habitats présents sur le site. 12 espèces parmi celles identifiées peuvent être qualifiées de généralistes, et notamment : Corneille noire, Etourneau sansonnet, Tourterelle turque, Pie bavarde, Chardonneret élégant, Faucon crécerelle, etc.

Les espèces du milieu bâti

Les espèces du milieu bâti sont des espèces tout à fait urbaines et adaptées à la zone d'étude. 9 espèces de ce cortège ont été contactées durant les inventaires : Bergeronnette grise, Hirondelle de fenêtre, Martinets noir et à ventre blanc, Moineau domestique Pigeon biset domestique, Rougequeue noir, Pigeon colombin, etc. Ces espèces trouvent sur le site d'étude des sites de nidification sauf l'Hirondelle de fenêtre et le Pigeon colombin (cavicole, il est inféodé aux grands arbres au sein de l'agglomération lyonnaise).

Il est à noter que le Martinet noir a été identifié dans un hangar au sud du site d'étude, secteur sur lequel il s'est établi en tant que nicheur local et le Martinet à ventre blanc semble nicher au Nord de L'Yzeron dans les immeubles de la rue St Exupéry (**Actualisation 2021**), soit **hors périmètre de la ZAC**.

Le moineau domestique est également un nicheur local, avec une colonie à proximité immédiate du site.

Nota : les études menées par la Métropole de Lyon dans le cadre du plan de sauvegarde des Martinets et Hirondelles identifient le secteur de l'Yzeron comme zone de présence certaine du martinet à ventre blanc et du martinet noir dont la présence est avérée sur les bâtiments en rive Sud présents entre la rue Dubois Crancé et la rue Jean-Jaurès. La fréquentation de ces oiseaux du site a été confirmée par les inventaires.

Les espèces du milieu forestier

Ce groupement est représenté par 8 espèces identifiées au sein du site : Mésange charbonnière, Gobemouche noir (passage migratoire), Grive musicienne, Rougegorge familier, Pic épeiche, Pigeon ramier, Pinson des arbres, Troglodyte mignon. Ces espèces sont en transit ou cantonnées essentiellement dans des bosquets rudéraux, notamment au droit des terrains du SAGYRC, ou dans les arbres d'alignement âgés et la strate arbustive associée.

Les espèces de fourrés et friches vivaces

4 espèces de ce groupement ont été contactées lors des inventaires : Fauvette grisette, Pouillot fitis, Hypolais polyglotte, Fauvette à tête noire. Les fourrés de friche évoluée servent de site de nidification à la Fauvette à tête noire et à l'Hypolais polyglotte ; les autres espèces s'y arrêtent en halte migratoire pré-nuptiale.

Les espèces de milieu aquatique :

Ces 5 espèces (Bihoreau gris (transit nocturne), Cygne noir, Cygne tuberculé, Canard colvert, Bergeronnette des ruisseaux) sont présentes au sein du site d'étude, mais sont clairement cantonnées sur l'Yzeron et son embouchure avec le Rhône. On ne les retrouve pas sur le reste du site d'étude, compte tenu de l'absence totale de milieux aquatiques et humides sur le site, en dehors des deux cours d'eaux.

Bien que l'ensemble de ces espèces aient été contactées sur le site, toutes n'entretiennent pas les mêmes relations avec celui-ci. Le tableau ci-après présente l'évaluation du statut des espèces recensées, sur la base des observations effectuées et des milieux présents dans la zone d'étude.

Une recherche a été réalisée spécifiquement pour l'Œdicnème criard en 2021. Cette espèce n'a pas été contactée. Elle n'est pas connue sur le secteur, les premiers couples étant à Saint Fons, Saint-Genis-Laval et Chaponost. Le site semble trop exposé au dérangement avec des cheminements très fréquentés autour des sites. (Actualisation 2021)

10 des 33 espèces avifaunistiques contactées au sein du site présentent un enjeu de conservation modéré : Chardonneret élégant, Fauvette grisette, Hironnelle de fenêtre, Moineau domestique, Pie bavarde, Pigeon colombin, Pouillot fitis, Serin cini, Tarin des aulnes, Verdier d'Europe.

Toutefois, au regard des différents statuts de nidification et de transit, les enjeux locaux pour ces espèces restent faibles, les différents milieux naturels résiduels du site étant principalement utilisés à vocation de zones de recherches alimentaires.

L'actualisation de 2021 permet de confirmer les enjeux relevés en 2016 et apporte 5 nouvelles espèces sans modifier les conclusions (espèces de passage en transit nocturne - Bihoreau gris - ou en passage migratoire - gobemouche noir -, Martinet à ventre blanc, Mésange charbonnière, Cygne noir). En effet, il est vraisemblable que le cortège des friches et buissons ait évolué à la marge avec le développement de la végétation mais sans proposer d'enjeu supplémentaire.

Nom vernaculaire	Nom binomial	Protection	Statut de nidification			Migrateur	Transit
			Certain	Probable	Possible		
Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	PN		X			
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	PN		X			
Bihoreau gris	<i>Nycticorax nycticorax</i>	-					X
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	-	X				
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	PN					X
Corneille noire	<i>Corvus corone</i>	-			X		
Cygne noir	<i>Cygnus atratus</i>	-					
Cygne tuberculé	<i>Cygnus olor</i>	PN	X				
Etourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	-	X				
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	PN			X		
Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	PN				X	
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	PN			X		
Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	-			X		
Gobemouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	PN				X	
Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbicum</i>	PN					
Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolais polyglotta</i>	PN			X		
Martinet à ventre blanc	<i>Tachymarptis melba</i>	PN					X
Martinet noir	<i>Apus apus</i>	PN					X
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	-			X		
Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	PN			X		
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	PN			X		
Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	PN		X			
Pic épeiche	<i>Dendrocopos major</i>	PN			X		
Pic vert	<i>Picus viridis</i>	PN			X		
Pie bavarde	<i>Pica pica</i>	-		X			
Pigeon biset domestique	<i>Columba livia var. domestica</i>	-	X				
Pigeon colombin	<i>Columba oenas</i>	-					X
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	-			X		
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	PN			X		
Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	PN				X	
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	PN			X		
Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	PN			X		
Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	PN		X			
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	PN					X
Tarin des aulnes	<i>Carduelis spinus</i>	PN				X	
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	-			X		
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	PN					X
Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	PN					X

Figure 17 : Liste et statut de nidification des oiseaux identifiés (2016-2017 et 2021) (en vert, Actualisation 2021, les nouvelles espèces 2021 par rapport à 2016/2017)

Les rapaces nocturnes

Les inventaires avifaunistiques ont également porté sur l'identification des rapaces nocturnes, à travers la réalisation d'un passage couplé avec le passage d'inventaire nocturne des amphibiens (17 Mars 2017).

La conduite de cet inventaire a porté sur la réalisation d'un passage de 4 heures (les 2 groupes confondus), débutant 2 heures après le coucher du soleil. **Aucun rapace nocturne n'a été contacté lors de ce passage.**

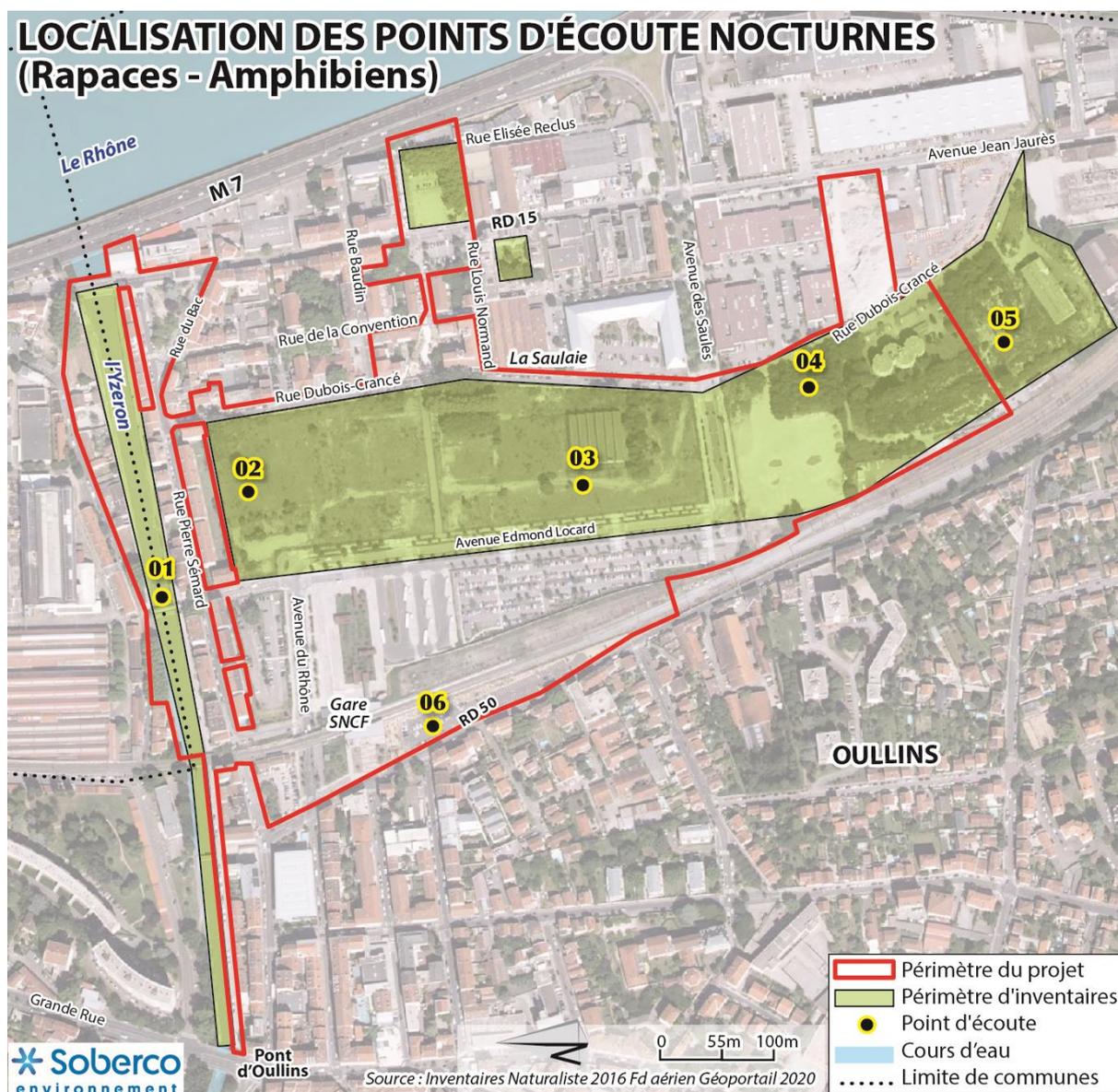


Figure 18: Localisation des points d'écoute nocturnes

Reptiles

Les reptiles ont été inventoriés en 2016 par la pose de 16 plaques à reptiles et recherchés dans l'ensemble des zones favorables à la thermorégulation et des zones de caches.

Deux espèces ont été recensées sur le site : le lézard des murailles et la couleuvre verte et jaune (nouvelle espèce identifiée en 2021).

Le lézard des murailles est une **espèce protégée** qui présente un enjeu régional et local faible. En effet, le lézard des murailles est une espèce commune dans l'agglomération lyonnaise et dans le département du Rhône. Il trouve localement des conditions favorables à l'ensemble de son cycle vital.

La couleuvre verte et jaune est aussi une **espèce protégée** qui présente un enjeu régional et local plutôt fort. En effet, la couleuvre est une espèce assez commune dans l'agglomération lyonnaise et dans le département du Rhône mais plus rare sur des espaces urbains notamment ceux cerclés d'infrastructures routières. Elle semble trouver localement des conditions favorables à l'ensemble de son cycle vital. Elle est présente sur l'ensemble des friches mais est difficile à contacter.

Pour ces deux espèces, de nombreux facteurs limitent leur présence au sein du site d'étude : les chats domestiques très abondants, les corridors écologiques très dégradés et les nombreux obstacles aux déplacements des reptiles (voiries de centre-ville, important trafic de véhicules...).

En 2021, le parcours du site et les visites des caches a permis de confirmer les enjeux sur le Lézard des murailles mais a également permis de contacter une nouvelle espèce : la couleuvre verte et jaune.



Figure 19 : Résultat des inventaires de reptiles (2016-2017 et 2021)

Amphibiens

Une forte pression d'observation a été consacrée à ces espèces, dans des conditions météorologiques optimales. Les espèces suivantes ont été recherchées sur plusieurs sessions printanières diurnes et nocturnes : Crapaud commun, Grenouille agile, Alyte accoucheur, Crapaud calamite, Triton palmé, Grenouille rieuse (potentielle sur l'Yzeron). Cette recherche n'a cependant **pas permis l'observation d'espèces d'amphibiens sur le site. Les inventaires de l'été 2021 ont été réalisés à la suite de forts épisodes pluvieux. Ils n'ont pas non plus permis l'identification d'amphibiens.**

Deux facteurs peuvent expliquer cette absence :

- Le site d'étude ne présente pas d'habitats favorables aux espèces : absence de zones humides pour la reproduction (sol très drainant avec traces de pollution) et zones d'hivernage potentielles fortement dégradées ;
- Les nombreux chats génèrent une forte pression locale concernant la prédation.

Les inventaires de 2021 confirment l'absence d'enjeux concernant le cortège des amphibiens (absence d'espèces).

Mammifères

Parmi les mammifères (hors chiroptères), l'Ecureuil (*Sciurus vulgaris*) a été recherché sans être contacté. Le Hérisson d'Europe (*Erinaceus europæus*) a été contacté sur deux sites différents en 2021 à proximité de croquettes pour chat (nourrissage). Il est ainsi probablement maintenu artificiellement sur l'ensemble des zones (nombreux abris et caches associé à un nourrissage anthropique) et notamment dans les zones plus arborées (au Sud avec le Parc de la résidence Parme et à l'Est le long de la rue Dubois Crancé).

A l'inverse, la présence très importante des chats au sein du site (notamment sur au cœur des friches, avec des traces de nourrissage par les habitants du quartier) est un facteur de prédation fort localement et la présence de voiries circulées est un facteur d'écrasement.

La présence de nourriture facile d'accès (croquettes) peut être le facteur du maintien d'une population. Ce maintien est précaire au regard du risque de prédation et d'écrasement liés aux voiries, mais un risque de destruction direct est à considérer dans l'aménagement du site.

Le hérisson d'Europe (espèce protégée) a été contacté en 2021. Cela modifie les enjeux concernant ce cortège car les inventaires précédents ne l'avaient pas contacté malgré les recherches.

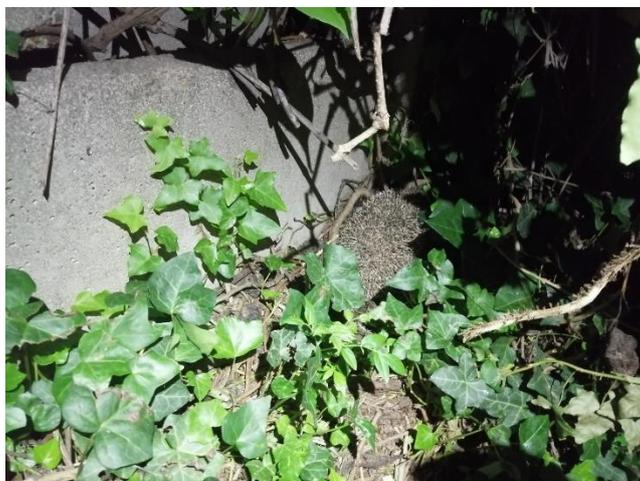


Figure 20 : Hérisson d'Europe (2021)



Figure 21 : Résultat des inventaires des mammifères (2016-2017 et 2021)

Entomofaune

Lépidoptères

15 espèces de papillons diurnes ont été contactées au sein du site d'étude dont 11 supplémentaires en été 2021. Les contacts sont dispersés au sein de l'ensemble des terrains ouverts du site d'étude.

Notons la présence du Petit Mars changeant (*Apatura ilia*) qui indique que les peupleraies relictuelles du bord du Rhône hébergent encore des espèces de zone alluviales. **(Actualisation 2021)**

Ces espèces, non protégées, présentent des enjeux régionaux et locaux faibles.

Nom binomial	Nom vernaculaire	LR France	LR Rhône-Alpes
<i>Aglais io</i>	Paon du jour	LC	LC
<i>Apatura ilia</i>	Petit Mars changeant	LC	LC
<i>Aricia agestis</i>	Collier de corail	LC	LC
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Fadet commun	LC	LC
<i>Colias crocea</i>	Souci	LC	LC
<i>Iphiclides podalirius</i>	Flambé	LC	LC
<i>Leptidea sinapis</i>	Piéride de la moutarde	LC	LC
<i>Maniola jurtina</i>	Myrtil	LC	LC
<i>Melitaea didyma</i>	Méлитée orangée	LC	LC
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	LC	LC
<i>Pieris brassicae</i>	Piéride du Chou	LC	LC
<i>Pieris rapae</i>	Piéride de la rave	LC	LC
<i>Polyommatus icarus</i>	Azuré commun	LC	LC
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	LC	LC
<i>Vanessa cardui</i>	Belle Dame	LC	LC



Figure 22 : Petit Mars changeant (*Apatura ilia*) (2021)

Odonates

En dépit de l'absence d'habitats de reproduction au sein du site d'étude, les inventaires réalisés ont permis de contacter 2 espèces de libellules sur le site : l'Anax empereur et l'Orthetrum réticulé, au cœur de la friche près du bâtiment et au cœur du terrain du SAGYRC. Les zones de friches annuelles sont en effet utilisées par ces espèces comme zone de chasse.

Ces 2 espèces ne sont pas protégées, et ne présentent que des enjeux régionaux et locaux faibles.

Orthoptères

Aucun orthoptère protégé n'a été identifié lors des passages sur le terrain.

Les inventaires de l'été 2021 confirment l'absence d'enjeux concernant les insectes et bien que 11 espèces de papillons supplémentaires aient été identifiées, ils représentent un enjeu local faible et ne sont pas protégés.



Figure 23 : Résultat des inventaires de l'entomofaune (2016-2017 et 2021)

Chiroptères

Protocole et modalités d'échantillonnages

L'étude chiroptérologique a été réalisée par la recherche de gîtes en journée (bâtiments et arbres, recherche de traces : guano, urine), lors des inventaires faune flore tous groupes, ainsi que par la réalisation de :

- Trois sessions d'inventaires nocturnes actives qui se sont tenues le 22 septembre 2016, le 14 juin 2017 et le 23 août 2021. La dernière session s'est accompagnée de recherche aux jumelles thermiques (Pulsar Accolade) ;
- Deux sessions d'écoute passives les 29 juillet et 23 août 2021.
- Une exploration des passages sous-terrain en période hivernale le 12 janvier 2023

Sessions actives

Conformément aux modalités d'échantillonnage communément admises dans la littérature, les sessions de prospection acoustique actives réalisées le 22 septembre 2016 et le 14 juin 2017 ont débuté dès le coucher du soleil et durant les 3 heures suivantes. Celles du 23 août 2021 ont débuté au coucher du soleil et durant 1h40.

Lors de la première session, 130 minutes d'enregistrement ont été réalisées sur 5 points d'écoutes. Une moyenne d'environ 20 minutes d'enregistrement par point d'écoute a été respectée.

De plus, des écoutes mobiles ont été réalisées entre les différents points d'écoute prédéfinis. Il s'agit de compléter l'inventaire par des données ponctuelles en identifiant les espèces rencontrées lors du trajet entre deux points d'écoutes. Ces observations ne sont pas traduites en termes d'activité, mais visent à identifier d'autres espèces potentiellement présentes sur le site. Le temps de prospection associé à ces écoutes mobiles est d'environ 60 minutes.

La seconde session de prospection a été réalisée le 14 juin 2017. L'objectif de cette session était de contrôler et d'approfondir les résultats obtenus lors de l'inventaire du 22 septembre 2016. Lors de la deuxième soirée de prospection, 120 minutes d'enregistrement ont été réalisées sur les 5 points d'écoutes définis dans le protocole (la durée des écoutes fixées à 20 minutes minimum). Des écoutes mobiles ont également été réalisées sur une durée totale de 60 minutes.

La troisième session a été réalisée le 23 août 2021, était une écoute mobile réalisée sur l'ensemble de l'aire d'étude et pour une durée de 100 minutes

La durée totale des enregistrements réalisés lors des trois soirées de prospection est de 470 minutes (7h50min) :

- 190 minutes lors de la soirée du 22 septembre 2016 ;
- 180 minutes lors de la soirée du 14 juin 2017 ;
- 100 minutes lors de la soirée du 23 août 2021.

Sessions passives (Actualisation 2021)

Les sessions d'écoute passive ont été réalisées les 29 juillet et 23 août 2021.

6 détecteurs enregistreurs (Song Meter 2 bat +, Song Meter 4 bat Full Spectrum (SM4 bat FS) et sa version plus récente le SM mini Bat, de chez Wildlife Acoustic) ont été placés au sein du périmètre d'étude (voir la figure ci-dessous) et ont enregistré l'activité chiroptérologique toute la nuit (20h30 à 7h00).

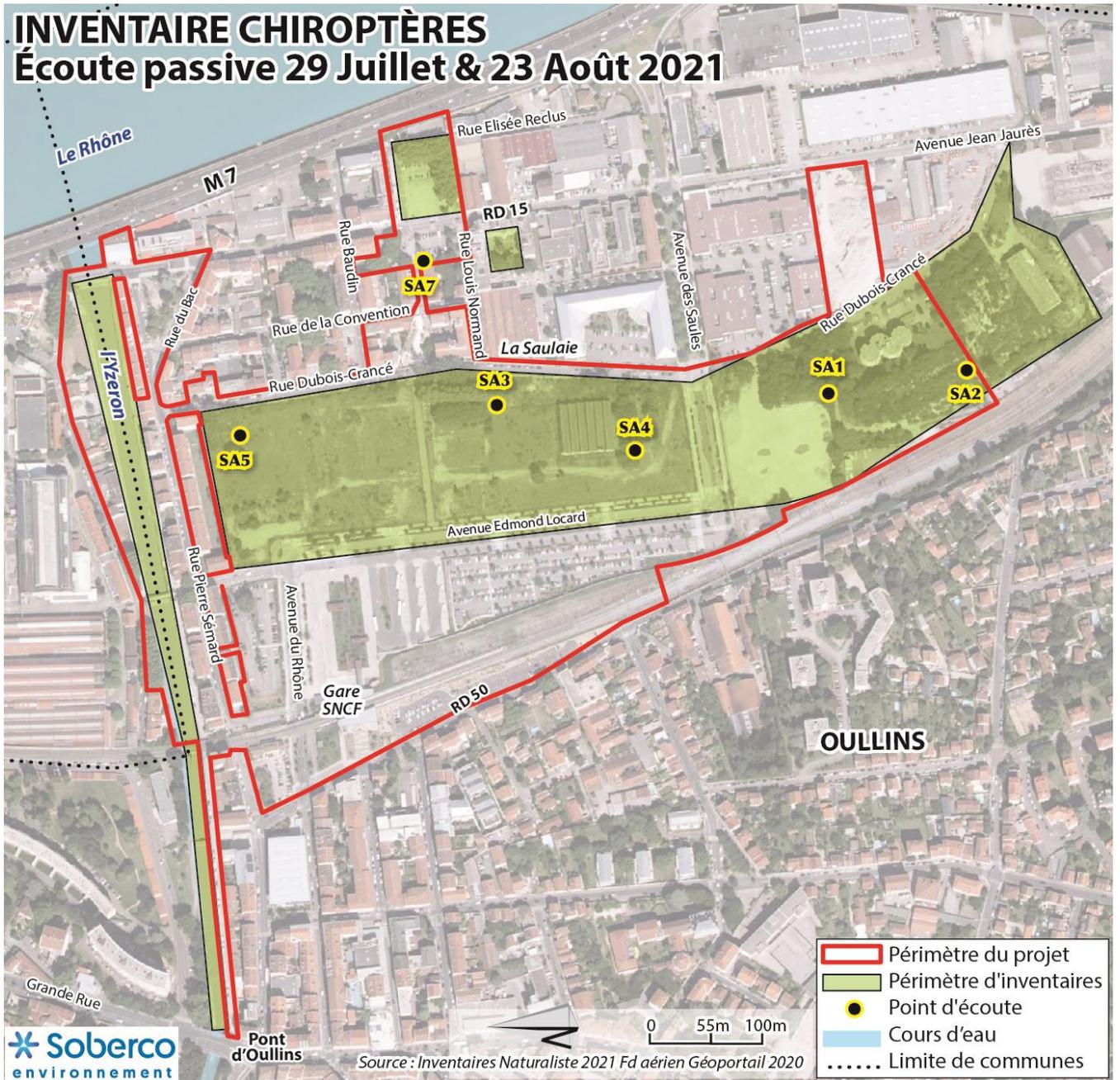


Figure 24 : Localisation des points d'écoute chiroptérologique passif (2021)

Résultats de la recherche de gîtes Actualisation 2021

Recherche aux jumelles thermiques

Des affûts de sortie de gîte avec les jumelles thermiques ont été réalisés entre l'alignement de platanes de l'avenue Edmond Locard et l'ancien hangar de la SNCF à l'Est (juillet) et le long de l'Yzeron, sur les bâtiments en rive droite (août).

Les résultats n'ont pas détecté de chiroptères. Ceci ne constitue pas pour autant une absence d'enjeu car compte-tenu de la quantité de bâtiments et de gîtes potentiels, les résultats peuvent varier.

Gîtes arboricoles

Parmi les arbres expertisés, le seul secteur présentant un potentiel est le square de la rue Louis Normand avec une série de platanes présentant des cavités formées à la suite de la taille de charpentières.

Sa situation en bordure du Rhône le rend favorable aux espèces de milieux aquatiques et humides comme la noctule commune ou la pipistrelle de Kuhl.



Figures 25, 26 et 27 : Gîtes arboricoles potentiels du square de la rue Luis Normand (E. Ribatto, 2021)

Gîte en bâtiment

L'ancien hangar de la SNCF situé au cœur du site a été expertisé en détail (extérieur et intérieur).

Ce bâtiment a un faible potentiel d'accueil de chiroptères et aucun indice de leur présence n'a été découvert. **Les seuls gîtes favorables sont les fissures dans les parpaings servant à condamner les entrées du site, sans indice particulier de présence.**



Figure 28 : Gîtes favorables aux chiroptères du ancien hangar SERNAM : fissures dans les parpaings servant à condamner les entrées (E. Ribatto, 2021)

Le potentiel de présence de chiroptères est plus élevé dans les bâtiments d'habitation situés à proximité :

- les gîtes favorables sont à considérer selon la présence des éléments suivants (liste non exhaustive) : coffres des volets roulants, tuiles et planches de rive, briques creuses, sous-toitures (tuiles et/ou volige), arrières de volets, joints entre les bâtiments, etc.



Figures 29, 30 et 31 : Gîtes favorables aux chiroptères dans les bâtiments d'habitation (E. Ribatto, 2021)

- Les bâtiments (ou étages) inhabités sont plus sensibles ; potentiellement occupés par les chiroptères à l'intérieur, dans les volumes et les caves.
- La localisation des bâtiments en bordure du Rhône les rend plus propices aux espèces migratrices telles que la pipistrelle de Nathusius et les noctules.

Le tableau ci-dessous indique les gîtes préférentiels des espèces contactées.

Espèce	Gîte bâtiment (fissures de préférence)	Gîte arboricoles
Noctule commune	+	+++
Noctule de Leisler	++	++
Pipistrelle de Nathusius	++	++
Pipistrelle commune	+++	+
Sérotine commune	+++	
Pipistrelle de Kuhl	+++	+
Vespère de Savi	+++	
Murin de Daubenton	++	++
Barbastelle d'Europe	+	+++

Tableau 3 : Gîtes préférentiels des espèces contactées

Résultats des écoutes

1^{ère} session d'écoute : 22 septembre 2016

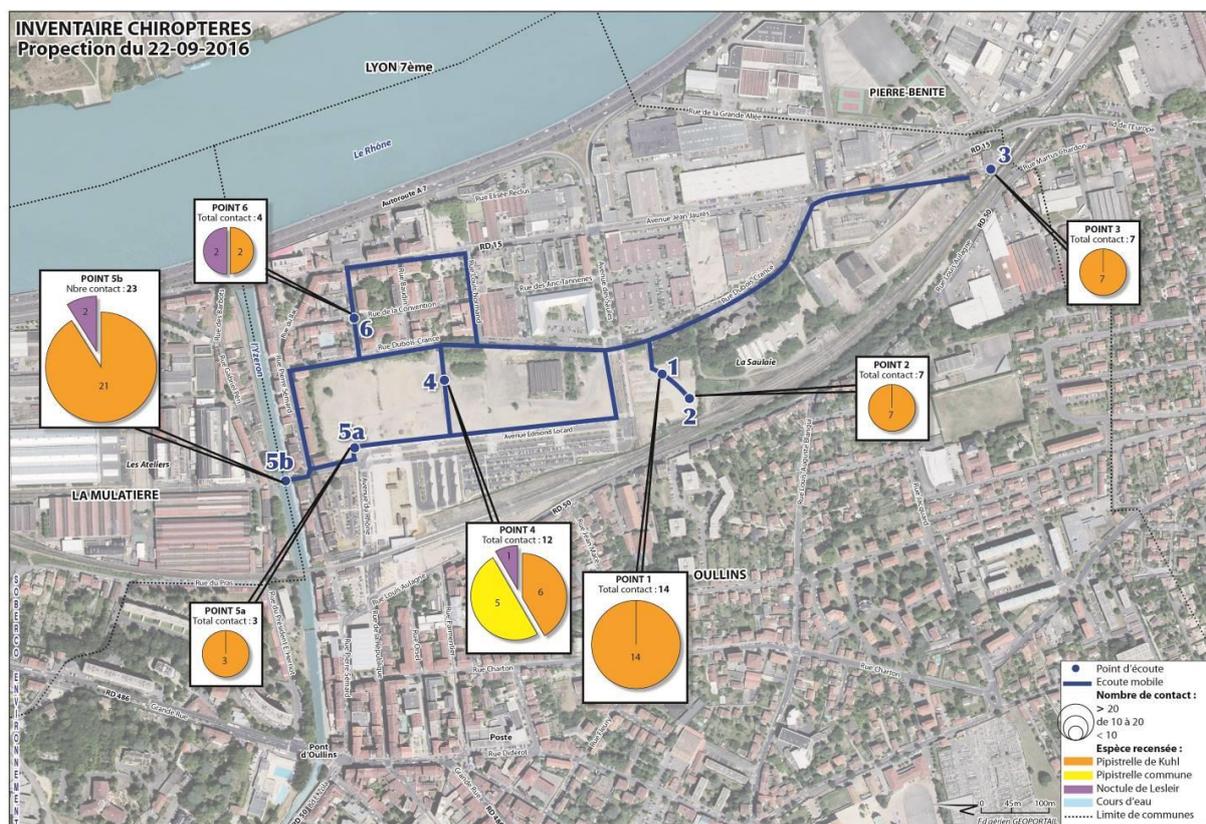
La soirée d'écoute réalisée le 22 septembre 2016 a permis d'identifier 3 espèces sur le site (47 contacts de chiroptères durant la soirée). L'espèce la plus active est la pipistrelle de Kuhl (> 80% des contacts sont attribués à cette espèce). Les 2 autres espèces n'ont été contactées que très ponctuellement.

Espèce	Point N°1	Point N°2	Point N°3	Point N°4	Point N°5	Point N°5b	Point N°6	Nombre de contact total	Moyenne / heure
Pipistrelle de Kuhl	14	7	7	5	3	21	2	59	27
Pipistrelle commune	0	0	0	6	0	0	0	6	3
Noctule de Leisler	0	0	0	1	0	2	2	5	2
Total	14	7	7	12	3	23	4	70	
Moyenne / heure	42	21	21	36	9	138	12		

Tableau 4 : Synthèse de l'activité des chiroptères relevée lors de l'inventaire du 22 septembre 2016

Le point d'écoute N°5b est situé sur les berges de l'Yzeron. D'une durée de 10 minutes, ce point d'écoute a visé à comprendre le rôle du cours d'eau et de ses berges dans le déplacement et la chasse des chiroptères.

Les écoutes mobiles entre les différents points ont permis une meilleure compréhension de l'utilisation du site par les chiroptères : routes de vol, zones de chasses... Elles n'ont pas permis d'identifier d'autres espèces sur le site mais de conforter la présence des espèces contactées lors des écoutes statiques.



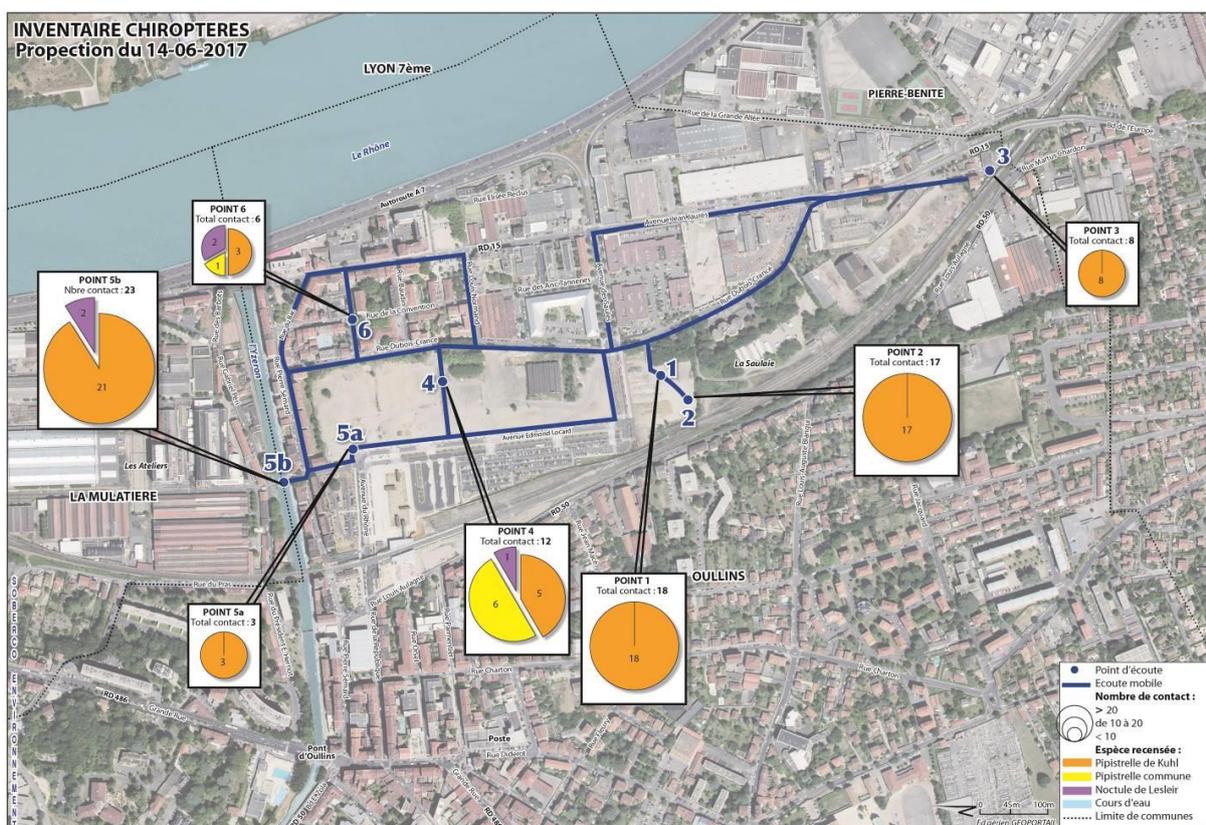
2nd session d'écoute : 22 juin 2017

La soirée d'écoute réalisée le 22 juin 2017 a permis d'observer 2 espèces sur le site (17 contacts de chiroptères durant la soirée, dont 16 pour la pipistrelle de Kuhl).

Espèce	Point N°1	Point N°2	Point N°3	Point N°4	Point N°5	Point N°6	Nb de contact total	Moyenne / heure
Pipistrelle de Kuhl	4	10	1			1	16	8
Pipistrelle commune						1	1	0,5
Noctule de Leisler							0	0
Total	4	10	1	0	0	2	17	
Moyenne / heure	12	30	3	0	0	6		

Tableau 5 : Synthèse de l'activité des chiroptères relevée lors de l'inventaire du 14 juin 2017

Les écoutes mobiles entre les différents points d'écoute ont permis une meilleure compréhension de l'utilisation du site par les chiroptères : routes de vol, zones de chasses... Elles n'ont pas permis d'identifier d'autres espèces sur le site mais de conforter la présence des espèces contactées lors des écoutes statiques.

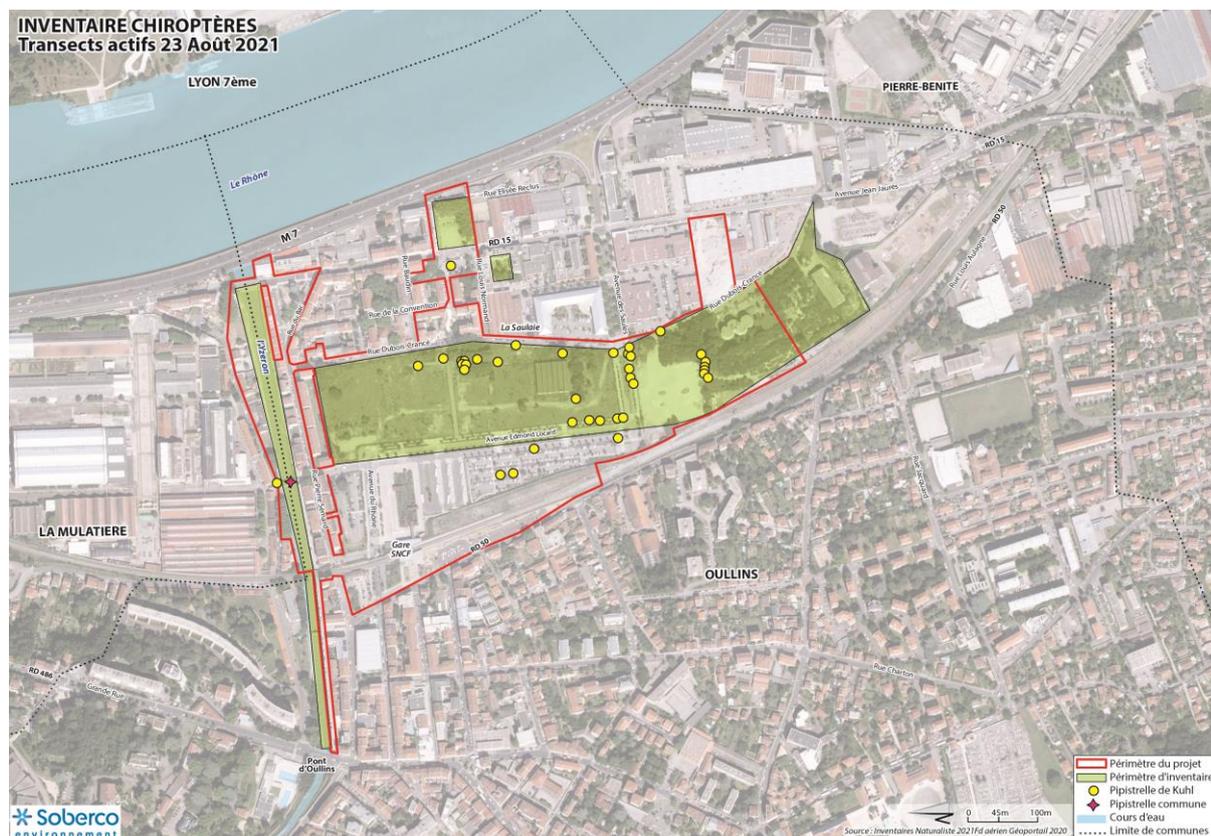


3^{ème} session d'écoute : 23 août 2021 (Actualisation 2021)

Les transects actifs ont permis de contacter deux espèces : la pipistrelle de Kuhl (espèce la plus présente) et la pipistrelle commune.

L'analyse de l'activité acoustique spatial montre que les secteurs présentant une strate arborée sont les zones les plus exploitées. Élément qui se confirme sur l'analyse de l'activité des points d'échantillonnage passifs.

Sur les bords de l'Yzeron, l'activité a été étonnamment faible par rapport à d'autres secteurs.

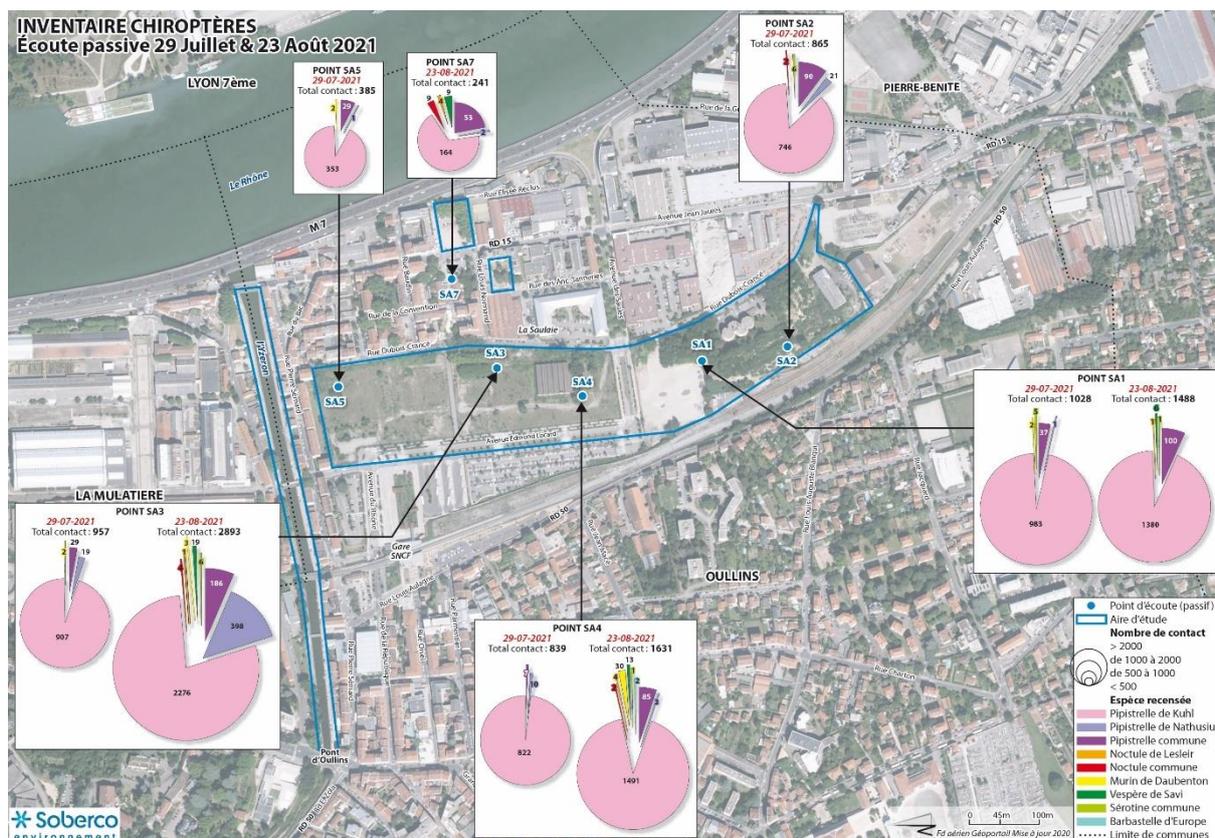


Sessions d'écoute passive (29 juillet et 23 août 2021) (actualisation 2021)

Les nuits d'écoute passive ont permis d'identifier 9 espèces sur le site d'étude.

Espèce	29 Juillet 2021						23 Août 2021					TOTAL GENERAL	
	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	Total	SA1	SA3	SA4	SA7	Total		
Barbastelle d'Europe									2			2	2
Sérotine commune	5	6				11	1	6	1			8	19
Vespère de Savi							6	19	13	9		47	47
Murin de Daubenton	2		2		2	6		3	30			33	39
Noctule de Leisler							1	1	4	4		10	10
Noctule commune		2				2		4	2	9		15	17
Pipistrelle de Kuhl	983	746	907	822	353	3811	1380	2276	1491	164	5311	9122	
Pipistrelle de Nathusius	1	21	19	10	1	52		398	3	2	403	455	
Pipistrelle commune	37	90	29	7	29	192	100	186	85	53	424	616	
Total général	1028	865	957	839	385	4074	1488	2893	1631	241	6253	10327	

Tableau 6 : Synthèse de l'activité des chiroptères relevée lors des inventaires (passifs) du 19 juillet et du 23 août 2021



La diversité est moyenne et le cortège chiroptérologique est typique de ce que l'on observe habituellement en zone péri-urbaine dense dans l'agglomération Lyonnaise. Il s'agit, en effet, pour l'essentiel d'espèces de lisière et de plein ciel, relativement ubiquistes ou pouvant chasser sur des territoires assez larges.

La proximité du Rhône influe directement sur le cortège.

Une espèce présente un enjeu plus fort à remarquable : la Barbastelle d'Europe en annexe 2 de la directive habitat et en liste rouge Europe et mondiale. En France et en Rhône-Alpes, elle est toutefois NT (quasi-menacée).

Une autre espèce à enjeu fort est la Noctule commune, classée vulnérable en France, et en régression généralisée. La région Rhône-Alpes, et plus particulièrement le sillon Rhodanien, jouent un rôle très important pour cette espèce, notamment en période de transit¹

4 autres espèces sont quasi-menacées à l'échelle national ou régionale.

Il s'agit donc maintenant d'évaluer l'activité acoustique pour bien analyser les enjeux du site comme zone d'alimentation ou de transit. La méthode employée pour cette évaluation est l'étude des indices d'activité selon les référentiels d'activité nationaux du MNHN (méthodologie détaillée en annexe).

Espèce	Niveau d'activité site, référentiel national								
	29 Juillet 2021					23 Aout 2021			
	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA1	SA3	SA4	SA7
Pipistrelle de Kuhl	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Très fort	Fort	Moyen
Pipistrelle commune	Faible	Moyen	Faible	Faible	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Pipistrelle de Nathusius	Faible	Moyen	Moyen	Moyen	Faible		Très fort	Faible	Faible
Vespère de Savi						Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Murin de Daubenton	Faible		Faible		Faible		Moyen	Fort	
Sérotine commune	Moyen	Moyen				Faible	Moyen	Faible	
Noctule commune		Faible					Moyen	Faible	Moyen
Noctule de Leisler						Faible	Faible	Moyen	Moyen
Barbastelle d'Europe								Moyen	

Tableau 7 : Niveau d'activité site, référentiel national

En comparaison avec le référentiel national, on note donc une activité moyenne à forte pour des espèces fréquentant les bords du Rhône comme la Pipistrelle de Nathusius, le Vespère de savi, les deux noctules et le Murin de Daubenton

Les espèces plus locales et chassant sur le site sans lien avec le fleuve sont la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kulh et le Sérotine commune

¹Team Chiro, « Vigie-Chiro _ Cartes prédictives de distribution »,

URL : <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/maps-predicted-activity?pgid=k8a0omvh-cc2a9a10-13a3-45b7-895c-92371519c38e&lang=fr>

Bilan et sensibilités

9 espèces ont été identifiées : 3 en 2017 et 9 en 2021. Elles sont indiquées dans le tableau suivant :

Nom binomial	Nom vernaculaire	Directive habitats	Protection France	LR Monde	LR Europe	LR France	LR Rhône-Alpes
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	Ann. 2 et 4	Art. 2	NT	VU	LC	LC
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Ann. 4	Art. 2	LC	LC	VU	NT
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Ann. 4	Art. 2	LC	LC	NT	NT
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Ann. 4	Art. 2	LC	LC	NT	LC
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Ann. 4	Art. 2	LC	LC	NT	LC
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Ann. 4	Art. 2	LC	LC	NT	NT
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Ann. 4	Art. 2	LC	LC	LC	LC
<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	Ann. 4	Art. 2	LC	LC	LC	LC
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	Ann. 4	Art. 2	LC	LC	LC	LC

Tableau 8 : Statut espèces de chiroptère identifiées (LC : préoccupation mineure, Vu : vulnérable, NT : quasi-menacée)

Les résultats des inventaires de 2017 ont montré une activité des chiroptères faible à nulle sur le site et ses environs (64 contacts, soit une activité d'environ 18 contacts par heure) tandis que les inventaires de 2021 permettent de requalifier l'activité de moyenne à forte : activité forte pour les pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, activité moyenne pour la pipistrelle commune, le vespère de Savi et le Murin de Daubenton et faible pour les autres espèces.

Les résultats obtenus sont en accord avec le contexte urbain du secteur d'étude dont 98% des contacts obtenus appartiennent au groupe des pipistrelles, espèces anthropophiles. La pipistrelle commune et la pipistrelle de Kuhl sont des espèces relativement ubiquistes, actives en milieu urbain et péri-urbain et la pipistrelle de Nathusius est une espèce migratrice de milieux forestiers fréquentant les milieux aquatiques.

Les écoutes mobiles de 2017 ont permis de mettre en évidence l'intérêt de l'Yzeron et de ses berges (point n°5b) pour le déplacement et la chasse des chiroptères. Une dizaine de minutes d'écoute a permis de mettre en évidence une activité forte des chiroptères (138 contacts / heure) qui utilisent les éléments linéaires du paysage comme axe de déplacement privilégiés.

L'inventaire n'a pas permis de déterminer d'axes privilégiés de déplacement et de chasse pour les espèces, en dehors de l'Yzeron et ses berges.

Les inventaires ont aussi mis en évidence une activité plus importante à proximité d'une strate arborée (SA3, SA1 et SA2).

Le croisement de l'enjeu réglementaire et des enjeux locaux (potentialité de gîte et activité) (voir le tableau suivant), permet d'identifier le niveau d'enjeu local pour les espèces suivantes :

- Fort pour la noctule commune, la sérotine commune, la pipistrelle de Nathusius, la pipistrelle de Kuhl et la vespère de Savi ;
- Modéré pour la pipistrelle commune, la noctule de Leisler et le murin de Daubenton.

Nom latin	Nom français	Enjeu statut réglementaire	Indice d'activité sur site	Enjeu sur site potentiel en gîte	Synthèse enjeu
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	Remarquable	Faible	Faible	Faible
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Fort	Moyen	Moyen	Modéré
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Fort	Faible	Moyen	Modéré
<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	Fort	Faible	Fort	Fort
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Fort	Faible	Fort	Fort
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Fort	Fort	Fort	Fort
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de Kuhl	Modéré	Fort	Fort	Fort
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	Modéré	Moyen	Faible	Modéré
<i>Hypsugo savii</i>	Vespère de Savi	Modéré	Moyen	Fort	Fort

Tableau 9 : Croisement de l'enjeu réglementaire et des enjeux locaux (indice d'activité et potentialité des gîtes)

Exploration de la galerie souterraines (janvier 2023)



Suite à sa découverte, la galerie qui parcourt le site du Nord au Sud a été réalisée par deux chiroptérologues-spéléologue le 12 janvier 2023 par des températures douces pour la période (températures nocturnes de 6 à 7 °C). À cette période, les chiroptères sont en hibernation et exploitent différents gîtes dont des sites hypogés présentant des températures stables, froides, mais non négatives, et avec une hygrométrie saturée. Ils peuvent occuper des disjointements de pierre, ou être apposés à même les parois ou suspendus aux plafonds des sites souterrains. La galerie remplit ces conditions de température et d'humidité favorables aux chiroptères. Les gîtes hypogés de petit volume et hors contexte karstique sont occupés par des espèces dites glaneuses, chassant et se déplaçant la plupart du temps en contact avec la végétation. Dans le département

du Rhône, on retrouve différentes espèces de murins (*myotis ssp*), l'Oreillard roux (*Plecotus auritus*), la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), et les deux espèces de rhinolophes (*Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus ferrumequinum*). Plus localement, on retrouve au sein des balmes boisées de petites galeries diverses, souvent d'anciens captages d'eau ou d'anciennes glacières. Ces sites ne sont occupés que par des individus isolés, le plus souvent de l'Oreillard roux ou du Murin de Naterrer (*Myotis nattereri*).

Le contexte paysagé du site est fortement défavorable aux espèces occupant classiquement ce type de gîte hypogé. Les espèces connues sur le site n'occupent pas ce type de gîte à l'exception de deux espèces.

Comme le montre la figure ci-contre, la galerie se situe dans un contexte périurbain dense et non connecté directement à des zones arborées. La trame écologique la plus proche se situe à moins de 300 mètres de l'entrée de la galerie, avec la vallée de l'Yzeron aval située juste au nord. Le site en lui-même est soumis à une importante pollution lumineuse liée à l'éclairage public.

La présence de toile d'araignée, l'absence d'individus lors de la visite de même que l'absence de traces, ajoutées aux traces de mise en charge de l'ouvrage ; nous permettent de conclure en **l'absence d'enjeu chiroptère sur cette galerie souterraine.**

4.2.7 Synthèse des inventaires au regard des espèces protégées (actualisation 2021)

Bien que ne présentant qu'une faible diversité d'espèce, compte tenu de son caractère urbain, le site accueille un certain nombre d'espèces protégées.

L'avifaune regroupe le plus grand cortège, avec un total de 26 espèces **protégées au niveau national** inscrites à l'article 3 de l'arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

On ne compte cependant que 7 espèces au statut de conservation défavorable (dont 4 à l'échelle nationale) : Le faucon crécerelle, la fauvette grisette, l'hirondelle de fenêtre, le martinet noir, le moineau domestique, la pie bavarde et le pouillot fitis, classés en statut « NT : quasi-menacés ».

La fauvette grisette, le martinet noir, le gobemouche noir et le pouillot fitis, n'ont été cependant contactés qu'en période migratoire ou en transit au-dessus du site. Les autres espèces sont, quant à elles, des espèces généralistes ou du milieu bâti et peuvent se retrouver au sein des zones déjà urbanisées à proximité du site d'étude.

Les chiroptères regroupent aussi un cortège important avec 9 espèces identifiées (toutes protégées) en 2021 et une forte activité enregistrée pour les pipistrelles de Kuhl et de Nathusius.

Le croisement de l'enjeu réglementaire et des enjeux locaux (potentialité de gîte et activité) des espèces a permis d'identifier le niveau d'enjeu local pour les espèces suivantes :

- Fort pour la noctule commune, la sérotine commune, la pipistrelle de Nathusius, la pipistrelle de Kuhl et la vespère de Savi ;
- Modéré pour la pipistrelle commune, la noctule de Leisler et le murin de Daubenton.

Parmi les autres mammifères, le hérisson d'Europe a aussi été contacté. **La présence de nourriture facile d'accès (croquettes) peut être le facteur du maintien d'une population mais**, à l'inverse, la présence très importante des chats au sein du site est un facteur de prédation fort localement et les voiries routières représentent un risque d'écrasement.

Enfin, parmi les reptiles, le lézard de murailles, espèce commune dans les milieux urbains et la couleuvre verte et jaune fréquentent le site.

5 IMPACTS ET MESURES DU PROJET D'AMÉNAGEMENT DE LA ZAC À PARTIR DE L'INVENTAIRE DE L'ÉTÉ 2021

5.1 IMPACTS BRUTS DU PROJET

5.1.1 Impacts bruts sur les habitats « Naturels »

Le projet de la ZAC de la Saulaie exerce des impacts bruts sur les milieux suivants :

- **La friche rudérale à tendance minérale**, est caractérisée par un faible couvert végétal et une quasi-absence de substrat avec deux habitats en présence :
 - Friche annuelle européenne concerne 57 100 m², l'enjeu de cet habitat est qualifié de nul.
 - La végétation annuelle nitrophile se développe sur une surface de 2 917 m², l'enjeu sur cet habitat est faible.
- **La friche végétale** est caractérisée par deux habitats qui peuvent se combiner localement :
 - Friches vivaces thermophile associées aux fourrés arbustifs de 3 635 m²
 - Fourrés arbustifs uniquement sur 2 218m²
- **Boisements, boisements rudéraux** : 6 246 m² ; Les boisements sont marqués par des espèces exotiques envahissantes et des anciens alignements (Platanes notamment). Quelques arbres et formations sont remarquables par leur développement important.

Différents espaces verts urbains, parcs et espaces verts (7 155 m²), espaces verts enherbés (5 162 m²) et arbres d'alignements sont également présents au sein des emprises. Les enjeux écologiques liés aux espaces verts urbains ne concernent que les arbres de la place Kellermann mis en avant par la potentialité d'abriter des chiroptères.

NATURE DE L'HABITAT	SURFACE DE L'HABITAT	ENJEU DE L'HABITAT « NATUREL »
BOISEMENT RUDÉRAUX	6 246 m ²	Modéré
ESPACE ENHERBÉ	5 162 m ²	Faible
FOURRÉS ARBUSTIFS	2 218 m ²	Faible
PARC, SQUARE, ESPACE VERT ORNEMENTAL	7 155 m ²	Faible
VÉGÉTATION ANNUELLE NITROPHILE	2 917 m ²	Faible
ZONE DE FRICHES X FOURRÉS ARBUSTIFS	3 635 m ²	Faible
FRICHE MINÉRALE ANNUELLE EUROPÉENNE	57 100 m ²	Nul

5.1.2 Impacts bruts sur la flore

L'aménagement des secteurs actuellement non bâtis entraîne la suppression des espèces floristiques présentes et l'implantation d'une nouvelle diversité floristique dans les espaces publics et privés. Cette nouvelle biodiversité sera en outre pérennisée par les aménagements réalisés.

Aucune espèce protégée n'est recensée, mais le projet concerne deux espèces déterminantes pour les ZNIEFF :

- L'œillet velu (*Dianthus armeria*), présent au cœur du site des friches SNCF
- La Laitue vireuse (*Lactuca virosa*), présente au droit des terrains dit « DMTS », à l'arrière de la résidence Parme.



Figures 33 et 34 : Œillet Velu (gauche) et habitat de la laitue vireuse (droite) (photographie 2017)

Ce sont deux espèces que l'on trouve assez fréquemment sur des sols secs, chauds, méso xérophiles drainants dans des friches vivaces. Contrairement aux autres, les opportunités de recolonisation des espaces aménagés par ces espèces à enjeux restent faibles.

Le projet urbain concerne différents sujets arborés plus ou moins remarquables par leur développement en milieu urbain (arbres de hautes tiges) :

- Place Kellermann (une dizaine de platanes, toutefois d'état phytosanitaire principalement mauvais ou moyen, ainsi qu'une dizaine de noisetiers) ;
- Berges de l'Yzeron (16 platanes d'état phytosanitaire moyen à mauvais) ;
- Arbres d'alignement des voiries métropolitaines : ils ne présentent que peu d'enjeu écologique (sujets assez jeunes).

Les mouvements des sols importants de la phase chantier, ainsi que les apports de terre extérieurs éventuels sont susceptibles de participer à la diffusion des espèces invasives, déjà présentes sur le site. Les terrains mis à nu lors des phases de chantier seront susceptibles d'être colonisés par des espèces envahissantes.

Les inventaires réalisés en été 2021 n'ont pas modifié les enjeux identifiés en 2016/2017 concernant la flore.

5.1.3 Impacts bruts sur la Faune terrestre

Les aménagements prévus par le projet entraîneront une altération voire une destruction limitée des habitats actuellement présents sur le site et favorables aux différentes espèces de mammifères terrestres, reptiles et insectes. En revanche, la création, à travers le projet, d'un ensemble de milieux diversifiés présentant l'ensemble des strates végétales et de milieux minéraux favorisera la création d'une multitude de nouveaux habitats pouvant être réinvestis par les espèces identifiées sur le site. L'aménagement du projet s'appuie sur l'existant pour préserver les habitats importants à l'échelle du site d'étude.

L'aménagement du quartier nécessitera la mise en place d'un éclairage public au cœur du site, multipliant les sources lumineuses. Cependant, dans le contexte de l'agglomération, ces nuisances ne représentent que peu d'enjeux, d'autant plus que l'éclairage présent sur le site, notamment à proximité du pôle d'échange multimodal, limite fortement la présence d'une trame noire.

Les impacts temporaires de la phase de chantier sont de nature à engendrer une perturbation des espèces présentes durant les travaux d'aménagement. Cette perturbation éventuelle de la faune présente, peut entraîner un déplacement provisoire ou définitif des individus. La présence de la faune sauvage est d'ores et déjà très limitée en raison du caractère urbain du site et de la place très réduite des espaces verts. Les espèces présentes sur place sont, pour la plupart, des espèces courantes (lézards des murailles, papillons et libellules) qui pourront trouver refuge à proximité du site.

Le projet concerne trois espèces de faune terrestre faisant l'objet d'une protection au titre du Code de l'Environnement visant les individus ainsi que les sites de reproduction et des aires de repos pour éviter que leur destruction, altération ou dégradation ne remette en cause le bon accomplissement des cycles biologiques des espèces :

- Le **lézard des Murailles** et la **couleuvre verte et jaune** présents au sein des friches ferroviaires ;
- Le **hérisson d'Europe** présent sur l'ensemble de la zone et notamment dans les espaces plus arborés.

Si le projet permet le maintien à terme de ces espèces sur site, à travers l'aménagement de nouveaux espaces favorables à ces espèces (espaces publics minéralisés et bâtiments au contact de secteurs plus naturels, pour les reptiles, haies multistrates, abris et passage à petite faune pour le hérisson), elles n'en sont pas moins vulnérables à certains impacts notamment temporaires en phase chantier (risque d'écrasement par les engins ou sur les voiries et infrastructures environnantes).

5.1.4 Impacts bruts sur la Faune aquatique

Les travaux d'aménagement du projet urbain ne concernent pas d'habitats d'espèces aquatiques ; le réaménagement de l'Yzeron ne portant que sur la requalification des abords et non berges.

En dehors de celles présentes dans le Rhône et l'Yzeron, aucune espèce aquatique ou de milieux humides (amphibiens) n'a été identifiée sur le site d'étude.

5.1.5 Impacts bruts sur l'avifaune

Les 33 espèces d'oiseaux identifiées sur le site sont majoritairement peu sensibles aux aménagements et sont susceptibles d'exploiter une large palette de milieux présents à proximité du site d'étude, notamment le parc de Gerland en rive gauche du Rhône et le parc de Chabrières en rive droite.

Cependant, on note la présence d'une dizaine d'espèces à enjeux modérés, mais dont la plupart restent des espèces généralistes ou urbaines pouvant retrouver des habitats à proximité durant la phase de chantier, avant de se réappropriier le futur quartier. Les quelques espèces plus sensibles car liées à des habitats plus naturels (fauvette grise, Pouillot fitis, Serin cini, Tarin des aulnes, Verdier d'Europe) ont été observées principalement de manière temporaire sur le site, en période migratoire ou en transit. Les aménagements prévus par le projet ne sont pas de nature à remettre en cause les migrations.

Au regard des différents statuts de nidification et de transit, les enjeux locaux pour ces espèces restent faibles, les différents milieux naturels résiduels du site étant principalement utilisés à vocation de zones de recherches alimentaires.

Tout comme les précédentes, ces espèces restent vulnérables à certains impacts notamment temporaires en phase chantier (destruction des nids notamment).

D'une manière générale, la réalisation des bâtiments sur le site, et notamment ceux envisagés au contact des espaces verts structurants, sont de nature à accroître les risques de collision de l'avifaune du fait de la présence de surfaces vitrées. Plusieurs causes sont à l'origine de ce phénomène :

- La transparence du verre : un oiseau cherchera à traverser une vitre si un environnement favorable est présent derrière (présence de végétation placée près de la vitre...) ou ne pourra l'éviter si l'obstacle n'est pas visible ;
- La réflexion du verre : l'oiseau interprète le reflet de la végétation sur la vitre comme un milieu favorable qu'il peut rejoindre ;
- La lumière venant des bâtiments attire les oiseaux, notamment en période de migration (la majorité des oiseaux migrent la nuit).

5.1.6 Impacts bruts sur les chiroptères

Les pipistrelles de Kuhl et commune, et la Sérotine commune contactées sont des espèces anthropophiles et qui s'accommoderont des aménagements réalisés. Le projet est sans impact sur ces populations.

Les autres espèces (Barbastelle d'Europe, Noctule de Leisler, Noctule commune, Pipistrelle de Nathusius, Murin de Daubenton et Vespère de Savi), sont quant à elles des espèces plus inféodées aux milieux boisés et humides, peu présentes à l'état initial, mais qui devraient également être renforcées par le projet (végétalisation des cœurs d'îlots, espaces de gestion des eaux pluviales).

L'offre de gîte à chiroptères est limitée mais non nulle sur le site. Elle se concentre sur les **arbres de la place Kellerman et les bâtiments situés le long de l'Yzeron. Leur abattage et démolition se traduirait par un risque de destruction d'individus et d'habitats à chiroptères.** Des mesures préventives sont mises en place.

5.1.7 Synthèse des impacts sur la faune

<i>Nature de l'habitat</i>	<i>Groupe d'espèces concernés</i>	<i>Surface de l'habitat</i>	<i>Enjeu de l'habitat d'espèces</i>	<i>Impacts bruts</i>
Boisements rudéraux	Chiroptères Avifaune Hérisson d'Europe	6 246 m ²	Modéré	6 246 m ²
Fourrés arbustifs	Avifaune Faune terrestre	2 218 m ²	Modéré	2 218 m ²
Végétation annuelle nitrophile	Avifaune Reptiles	2 917 m ²	Faible	2 917 m ²
Zone de friches x Fourrés arbustifs	Avifaune Faune terrestre	3 635 m ²	Faible	3 635 m ²
Espace public enherbé	Avifaune Reptiles	5 162 m ²	Faible	5 162 m ²
Parc, square, espace vert ornemental	Avifaune Hérisson d'Europe	7 155 m ²	Faible	7 155 m ²
Friche minérale annuelle européenne	-	57 100 m ²	Nul	Pas d'impact

5.1.8 Impacts bruts sur les ouvrages et bâtiments susceptibles d'accueillir des espèces protégées

Le projet prend place sur une ancienne zone industrielle comprenant la destruction des bâtiments et d'une ancienne galerie technique.



L'ancienne galerie technique

La galerie s'étend au minimum sur 330 m sur la longueur de la ZAC comme situé sur le plan. Cette galerie possède plusieurs regards perpendiculaires, elle est reliée au collecteur d'égout au Nord. L'extrémité Sud est fermée par un éboulement et empêche de continuer. Les inventaires ont permis de noter l'absence d'enjeu naturaliste pour cette galerie.

Dans le projet d'aménagement de la ZAC, cette galerie ne sera pas conservée.



La galerie au sein du site de la
Saulaie

(Vue satellite 2007 avec bâtiments)

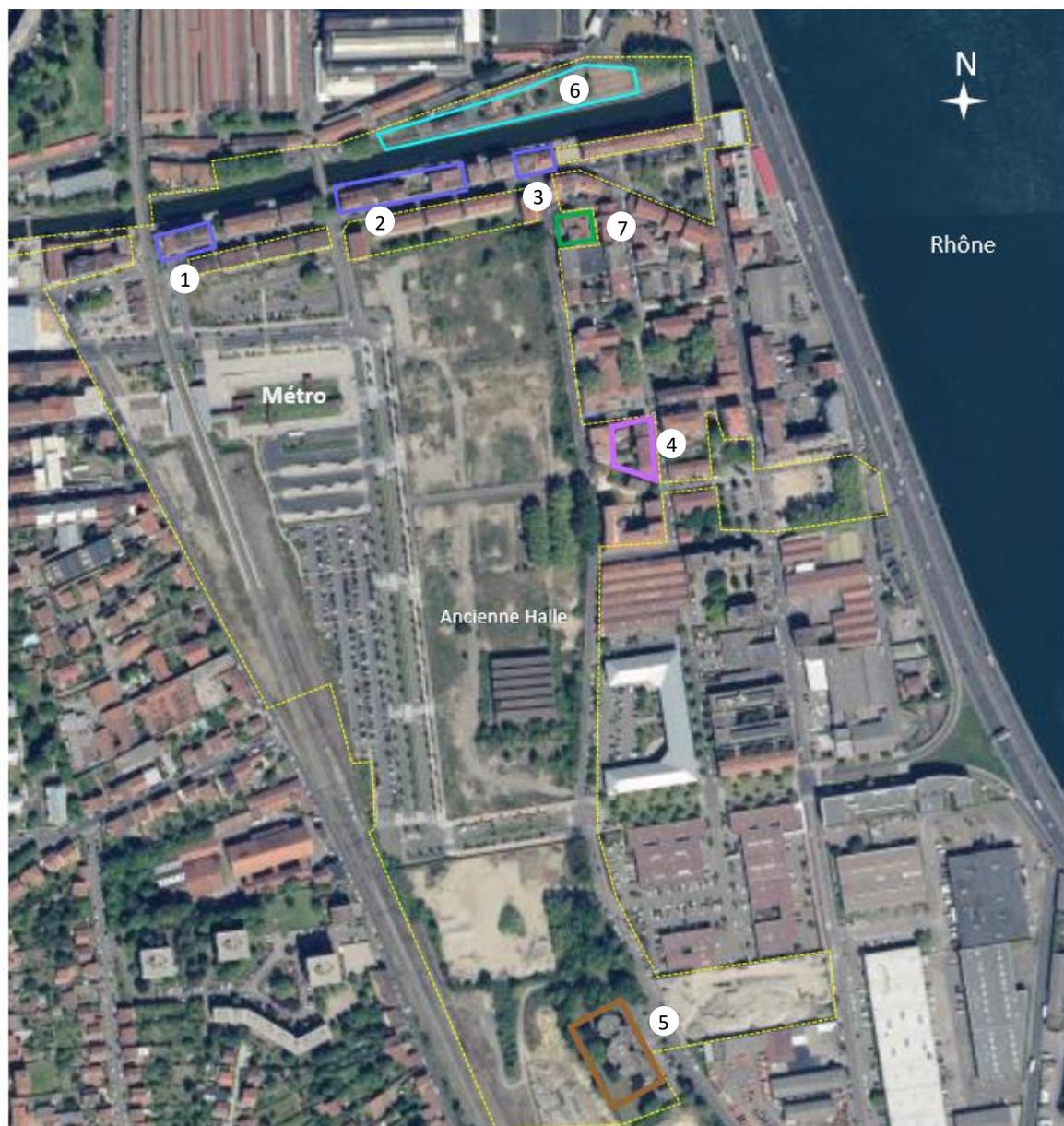
Galerie entre renfort 1930 et
premier regard

Vu au-delà de l'effondrement

Les bâtiments à détruire

Plusieurs bâtiments seront démolis dans le cadre du projet. Ils présentent des potentialités plus ou moins fortes vis-à-vis des chiroptères et de l'avifaune des milieux bâtis (hirondelles et martinets) en offrant des possibilités de gîtes. Les observations réalisées ne mettent pas en évidence de population importante : faible activité chiroptères, pas d'observation de gîte ni de site de nidification). Pour autant la sensibilité générale reste qualifiée de modérée à forte car des populations de martinet sont connues sur le secteur et certains bâtiments présentent des ouvertures permanentes avec la présence de certains locaux inoccupés.

La sensibilité varie selon l'état du bâti et son occupation et les enjeux chiroptères, hirondelles et martinets nécessiteront d'être précisés avant toute démolition. **En l'absence de possibilité d'investigation, l'étude retient cette sensibilité des bâtiments qualifiée de modérée à forte.** Des mesures préventives sont mises en place.



Cartographie des secteurs d'habitat ancien dégradé

-  Périmètre ZAC
-  Ilot Gabriel Péri
-  Ilot Pierre Séward
-  5 à 9 rue Dubois Crancé
-  Ilot Baudin/Convention
-  62 rue Dubois Crancé

Ilot 1 :



Ilot 2 :



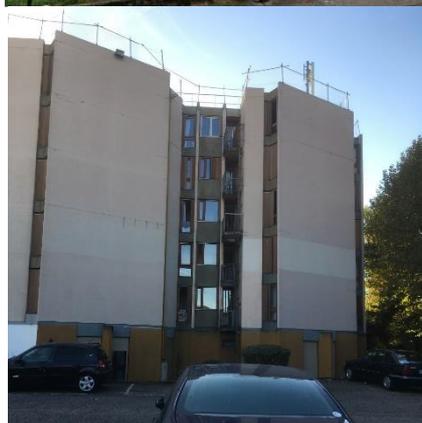
Ilot 3 :



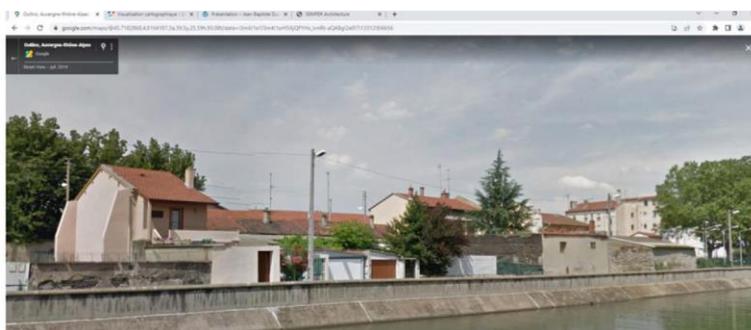
Ilot 4 :



Ilot 5 :



Ilot 6 :



Bâtiment 7 :

8



5.1.9 Impacts spécifiques de la phase chantier

La phase de chantier pourrait affecter temporairement la végétation maintenue en place lors des différentes phases de réalisation.

La mise à nu de terrains lors de la phase de chantier est susceptible de favoriser la colonisation par des espèces pionnières et envahissantes. D'autant que des espèces exotiques envahissantes sont déjà présentes sur le site (Renouée du Japon et ambroisie notamment).

Durant la période de travaux, les espèces présentes sur le site pourront trouver refuge dans les espaces verts environnants. Les mesures préventives limitent la destruction effective d'individus néanmoins des sauvegardes pourront éventuellement être mises en œuvre.

5.2 MESURES DE RÉDUCTION

5.2.1 MR 01 : Phasage assurant la conservation de zones refuge

Le principe de phasage intègre des interventions progressives programmées qui s'organisent selon un calendrier permettant à la faune de fuir les sites d'intervention et de maintenir des sites refuges sur le quartier.

Une zone refuge est un espace où la faune et la flore peuvent vivre à l'écart des travaux et des nuisances qui les accompagnent

En préalable, les premiers travaux seront exécutés sur des périodes peu sensibles ce qui rendra les sites non attractifs pour les espèces protégées présentes.

Le chantier s'organise en trois grandes phases pour que la faune terrestre puisse se déplacer au grès des travaux et toujours avoir des zones refuges ou de nourrissage. Elle s'appuie sur les éléments préservés par la mesure MR04 et maintien des espaces sans intervention dans l'attente de la livraison des espaces verts. Un couloir de biodiversité est ainsi conservé pendant la période de travaux pour permettre à la faune de circuler entre les zones refuges. Il est situé le long des voies ferrées. Les zones refuges seront matérialisées par des barrières HERAS

Lors de la première phase 2024-2025, **3.9** ha d'espaces refuge seront protégés, la seconde phase de 2026 à 2027 permet de livrer de nouveaux espaces verts notamment le parc des Berges et le parc sportif sur **2.95** ha.

A travers les différentes phases d'aménagement de la Zac, la somme des espaces refuges sera au minimum 2 ha. Les espaces refuges font au minimum 500 m².

❖ Cette mesure limite les impacts temporaires sur les espèces protégées (mammifères, avifaune, chiroptères) en assurant des fonctionnalités écologiques minimales sur le site pendant tout le temps des travaux dans l'attente de la mise en œuvre des parcs (parc des berges de l'Yzeron et parc sportif). Elle permet le maintien des populations en place à l'échelle du secteur (zone de nourrissage de l'avifaune et chiroptères, et des espaces refuge pour la faune terrestre). Elle limite le risque de destruction des individus en phase chantier en favorisant la migration des animaux vers des zones refuge (à l'intérieur ou à l'extérieur du site).

La responsabilité est portée par l'aménageur en phase chantier.

Projet urbain de la Saulaie à Oullins
VOLETS MILIEU NATUREL DE L'ETUDE D'IMPACT



Les cartes représentent le principe du phasage. Le démarrage et la durée des travaux est susceptible de varier légèrement.

Le terme d'espace refuges en légende des cartes intègre les espaces conservés avant les travaux et à la fois les espaces favorables à la biodiversité après les travaux.

5.2.2 MR02 : Protocole de démolition bâti/ouvrages : chiroptères et avifaune

Un protocole spécifique est mis en place pour réduire les impacts sur les chiroptères et l'avifaune de milieu bâti cavernicole liés aux interventions (démolition et réhabilitations) sur les bâtiments de la ZAC. Les interventions sont tel que la destruction, la réhabilitation ou la mise en défens.

D'après les inventaires et le plan Hironnelle de la métropole de Lyon, seuls des martinets sont suseptibles de se trouver dans les batiments du site .

En l'état actuel des connaissances, l'ensemble des bâtiments présents au sein de la ZAC sont à considérer comme sensibles et sont assujettis à ce protocole pour renforcer la connaissance et planifier les interventions en conséquence pour éviter la destruction accidentelle.

Etape 1 : Carcatérisation des enjeux écologiques (chauve-souris et martinet)

Passage d'un chiroptérologue : toute l'année			Passage d'un ornithologue (martinet) : avril-juillet	
Recherche d'indices de présence	Appréciation de potentiel de la colonie	Protocole et conseil pour la mise en défens	Observation en période d'activité	Appréciation du potentiel de la colonie
Définition du plan d'action				
<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de nichoir de subsitution - Période de mise en défens/intervention 				

Il s'agit de prospecter les extérieurs et les intérieurs de chaque bâtiment afin de rechercher des indices de présence ou des individus présents d'espèces protégées notamment d'avifaune et chiroptérofaune. Les prospections sont faites à l'aide de jumelle, d'endoscope, échelle et si nécessaire de caméra thermique.

Dans certains cas de volumes non accessibles, le potentiel est alors étudié au regard des données de contexte et de la biologie des espèces pour afin d'éviter tout risque de destruction d'espèces protégées.

Etape 2 : Mise en défens si présence avérée de chiroptères

Période de mise en défens			
Sept.	Oct.	Avril	Mai
Sous condition de passage préalable de l'écologue (enjeu chauvesouris et martinet)		Sous condition de passage préalable de l'écologue (Enjeu chauvesouris uniquement)	

Cette étape concerne uniquement les bâtiments et arbres abritant des chiroptères ou avec un fort potentiel d'accueil. Cette opération sera réalisée par des chiroptérologues afin de mener l'opération correctement.

Les conditions de mise en défens sont les suivantes :

- Mettre en place un dispositif anti-retour avec l'obstruction des principales ouvertures avec de la mousse, ou système anti-retour
- Démontage des volets et fenêtres.
- Enlever les 5 premiers rangs de tuiles.

Cette opération sera réalisée avec l'aide d'une nacelle.



Figure 35 : Détuillage ayant permis de découvrir des nids de martinets et de moineau lors d'une opération de mise en défens dans la commune de Villeurbanne.

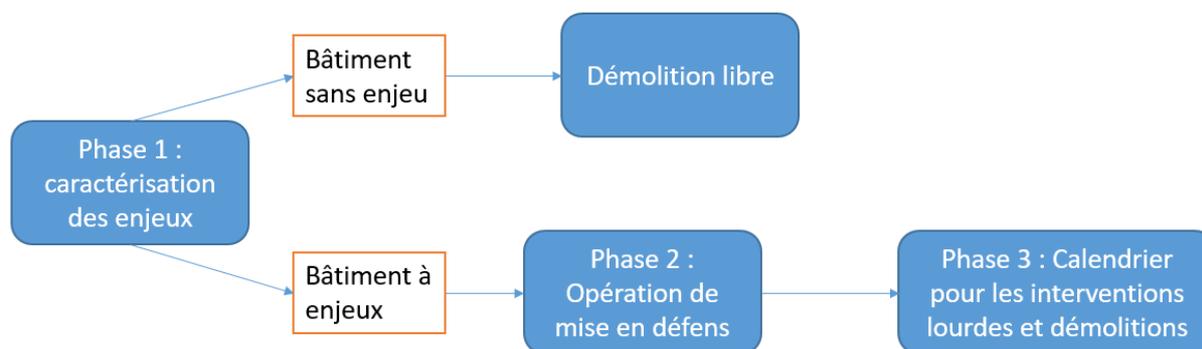
Étape 3 : calendrier pour les autorisations de démolition et d'intervention lourde

Pour rappel, les bâtiments sans enjeux ne sont pas soumis à la contrainte d'un calendrier pour la démolition

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Sous contrainte de mise en défens Autorisée	Sous contrainte de mise en défens Autorisée	Sous contrainte de mise en défens Autorisée	<u>si</u> absence de martinets Autorisée sans contrainte de mise en défens	<u>si</u> absence de martinets Autorisée sans contrainte de mise en défens	<u>si</u> absence de martinet et sous contrainte de mise en défens Autorisée
Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
<u>si</u> absence de martinet et sous contrainte de mise en défens Autorisée	<u>si</u> absence de martinet et sous contrainte de mise en défens Autorisée	Autorisée sans contrainte de mise en défens	Autorisée sans contrainte de mise en défens	Sous contrainte de mise en défens Autorisée	Sous contrainte de mise en défens Autorisée

Tableau 10 Calendrier pour les démolitions et interventions lourdes des bâtiments à enjeux dans la Zac de la Saulaie

Synthèse de la mesure MR02



❖ Cette mesure permet de limiter la destruction et le dérangement d'individus comme les chiroptères et l'avifaune.

La responsabilité est portée par l'aménageur en phase chantier.

5.2.3 MR03 : Protocole d'abattage des arbres et des débroussaillages

Les différentes espèces impactées par le projet d'aménagement du site ont des exigences écologiques diverses. La période la plus sensible pour ces animaux est la période de reproduction (période printanière / estivale) et d'hibernation (période hivernale). Il s'ensuit que les travaux doivent dans la mesure du possible débiter en dehors de ces périodes sensibles.

L'enjeu écologique sur l'emprise du projet réside principalement sur :

- Les mammifères terrestres (Hérisson d'Europe) dont la période sensible s'étend de mi-novembre (début d'hivernage) à mi-mars ;
- L'avifaune et les reptiles (Couleuvre verte et jaune et Léopard des Murailles) dont la période sensible s'étend quant à elle de mi-mars à août.

Aucun gîte potentiel pour les chiroptères n'a été identifié au niveau des espaces boisés (excepté la place Kellermann mais qui est visée par la mesure d'évitement).

Ainsi, compte tenu de la sensibilité des espèces contactées et de l'environnement naturel local, deux types d'intervention par l'aménageur seront possibles à des périodes différentes :

- Le débroussaillage et la coupe d'arbres de moins de 15 cm de diamètre seront autorisés entre mi-septembre et mi-novembre, période où les mammifères terrestres sont encore mobiles et que l'avifaune n'est pas en reproduction ;
- La coupe des arbres de diamètre supérieur à 15 cm sera autorisée de septembre à mi-mars.

❖ Cette mesure permet d'éviter tout risque de destruction ou perturbation d'individus, pouvant remettre en cause le bon fonctionnement des cycles biologiques des espèces et, de fait, leur état de conservation localement.

La responsabilité est portée par l'aménageur en phase chantier.

5.2.4 MR04 : Préservation des principaux boisements et arbres d'alignement

Dans sa conception, le projet préserve les principaux éléments de végétation et espaces verts du quartier, à savoir :

- Les trois bosquets/boisements à enjeu écologique (6150 m²).
- Les arbres d'alignement de la place Kellermann à enjeu écologique
- Les autres espaces verts et principaux alignements d'arbres (non cartographiés) qui ne présentent pas d'enjeu écologique ;

Sur l'ensemble du projet, c'est 115 arbres qui sont conservés

Ces éléments feront l'objet d'un balisage en phase chantier pour assurer leur préservation. L'ensemble des arbres sera précisément identifié et protégé durant toute la période de chantier à l'aide d'un balisage visible et durable (clôture, barrière, etc.) empêchant toute dégradation des arbres (et de leur système racine). Pour cela, les personnels conduisant des engins de terrassement ou de manutention seront formés afin d'éviter les chocs sur les troncs et les branches. Sur les arbres de haute tige qui sont dans l'emprise d'évolution des engins de chantier, l'entreprise prévoira une protection de 2 m de hauteur.

Les zones évitées feront l'objet également d'un remaniement du sol **et d'aménagement** paysager.

- ❖ Cette mesure joue un rôle fonctionnel pour les espèces protégées (mammifères, avifaune, chiroptères). Le maintien d'éléments naturels structurants assure des points d'appui sur lesquels vont venir se greffer les aménagements paysagers à vocation écologique du projet urbain, créant ainsi un réseau fonctionnel à partir d'éléments favorables à la présence des espèces dès le début des travaux

La responsabilité est portée par l'aménageur en phase chantier puis par la commune d'Oullins et la Métropole de Lyon en phase d'exploitation.

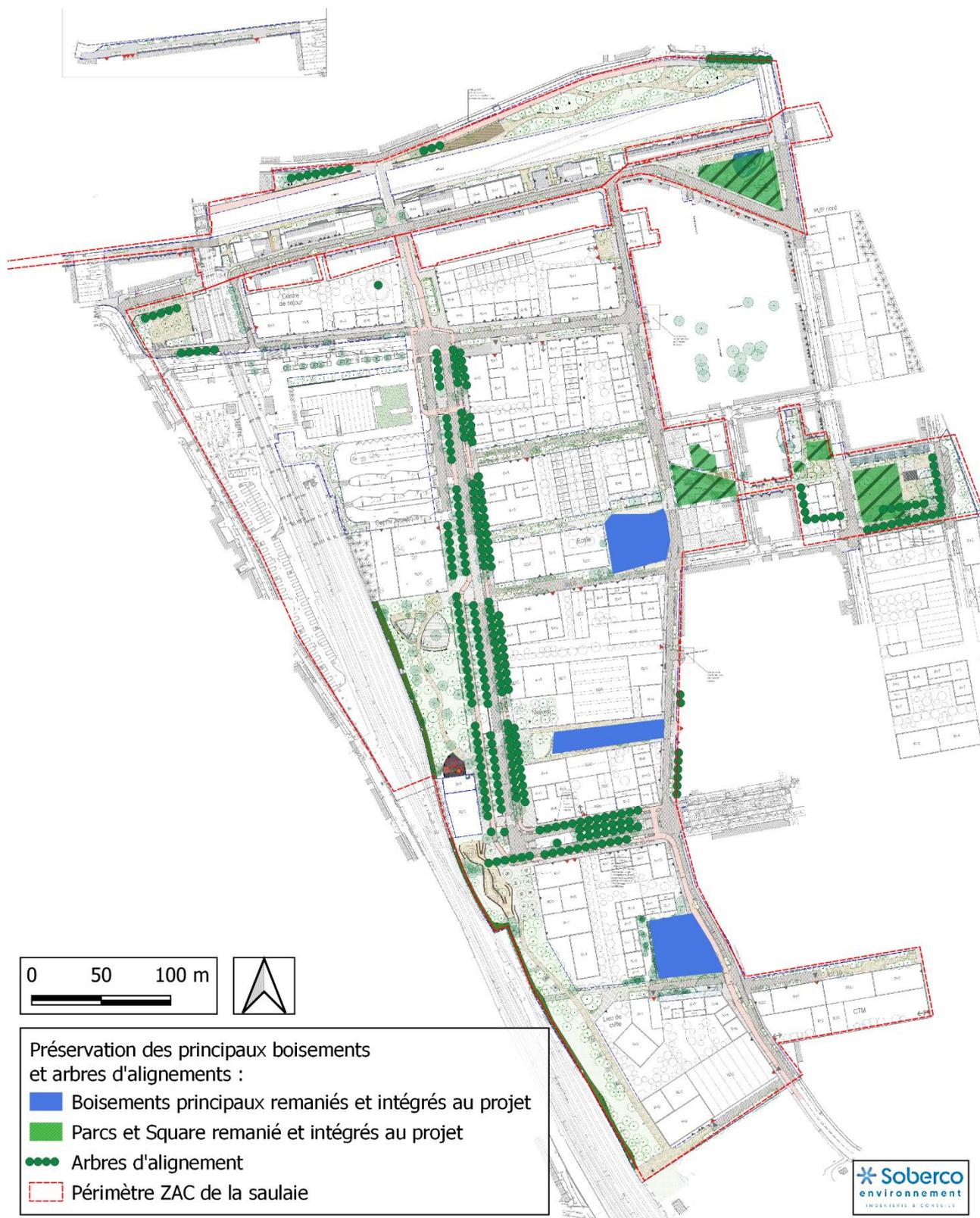


Figure 36 : MR04 Préservation des principaux boisements et arbres d'alignements

5.2.5 MR05 : Création d'espaces verts publics favorables à la biodiversité

L'intégration des espaces verts dans le projet est importante, tous les espaces verts ne sont pas support de biodiversité. Un choix a été effectué pour conserver dans cette mesure les espaces verts favorables à la biodiversité. Le choix s'est réalisé en fonction de la superficie, de la fonctionnalité et la proximité en lien avec d'autres espaces verts ou espaces urbains. Une cohérence avec les espèces plantées a également été recherchée. Au stade actuel du projet, certaines variétés non indigènes seront plantées en nombre limité sur les espaces favorables à la biodiversité, afin de rester cohérent avec cette volonté, 20 m² par arbre non indigène sera ôté.

Cette mesure consiste en la création d'espaces verts publics qui développeront autant d'habitats pour la faune inféodée aux milieux urbains.

Ce sont **13 320 m² d'espaces verts publics** qui seront créés et qui développeront des synergies avec ceux déjà présents et préservés dans le cadre du projet (MR04).

Sur ces **13 320 m²**, sera compris une friche vivace méso-xérophile d'une surface de **2000 m²**. Cette friche sera implantée le long du talus ferroviaire. La banque de graines locales sera utilisée afin de créer cet espace, deux espèces sont particulièrement visées par cette mesure :

- L'œillet velu (*Dianthus armeria*), présent au cœur du site des friches SNCF
- La Laitue vireuse (*Lactuca virosa*), présente au droit des terrains dit « DMTS », à l'arrière de la résidence Parme.

La gestion et l'entretien des espaces favorables à la biodiversité seront assurés par les collectivités. Les arbres feront l'objet d'une période de confortement qui permettra de contrôler l'arrosage, de maintenir en état les cuvettes d'arrosages et les tuteurages, de désherber et entretenir les pieds d'arbres. Selon le développement de l'arbres et le port souhaité, des tailles annuelles auront lieu pour garantir la sécurité des usages et le dégagement des troncs. Des tailles de formations pourront être effectuées tous les 4 à 5 ans pour éclaircir les branchages.

Pour les prairies des fauches bi annuelles pourront être menées sur les espaces non accessibles aux usagers.

❖ Cette mesure permet de développer un réseau de **13 320 m² d'espaces verts favorables à la biodiversité** et qui serviront de site de nourrissage pour l'avifaune et les chiroptères inféodés aux milieux urbains



Figure 37 : Illustration du parc des sports à titre indicatif, principes paysagers



Figure 38 : MR05, espaces verts publics favorables à la biodiversité

5.2.6 MR06 : Création d'espaces verts privés favorable à la biodiversité

L'intégration des espaces verts dans le projet est important, tous les espaces verts ne sont pas support de biodiversité. Un choix a été effectué pour conserver dans cette mesure les espaces verts privés favorables à la biodiversité. Le choix s'est réalisé en fonction de la superficie, de la fonctionnalité et la proximité en lien avec d'autres espaces verts ou espaces urbains.

Cette mesure consiste en la création d'espaces verts sur les lots privés qui développeront autant d'habitats pour la faune inféodée aux milieux urbains.

Le cahier de prescriptions de la Zac de la Saulaie permet d'encadrer ces espaces verts privés à travers des préconisations suivantes :

- Un score imposé pour le coefficient de biotope par ilot.
- Privilégier la diversité des essences végétales pour contribuer à la biodiversité et à la richesse multi-sensorielle en toute saison

Le rôle de l'aménageur sera prépondérant pour cette mesure pour :

- Au stade de la conception
- Validation du PC avant le dépôt
- Vérification du projet de règlement de copropriété

Ce sont **13 400 m² d'espaces verts privés qui seront créés** et qui développeront des synergies avec ceux déjà présents et préservés dans le projet (MR04).

❖ Cette mesure permet de développer un **réseau de 13 400 m² d'espaces verts favorables à la biodiversité** qui serviront de site de nourrissage pour l'avifaune et les chiroptères inféodés aux milieux urbains.



Figure 39 : MR05, espaces verts privés favorables à la biodiversité

5.2.7 MR07 : Création du parc des Berges de l'Yzeron

Cette mesure consiste à renaturer un secteur aujourd'hui urbanisé. Les constructions présentes seront démolies et des plantations diverses seront engagées. Les platanes situés le long de l'Yzeron sont en état bon à détérioré, ils seront conservés en fonction de l'analyse phytosanitaire.

Au stade actuel du projet, certaines variétés non indigènes seront plantées en nombre limité sur les espaces favorables à la biodiversité, afin de rester cohérent avec cette volonté, 20 m² par arbre non indigène sera ôté.

Le parc des berges s'inscrit dans l'espace laissé par la démolition des habitations situées en zone inondable au nord de l'Yzeron. Sur la commune de La Mulatière, ce parc s'inscrit en continuité de la renaturation réalisée en amont. A l'ouest du parc, des jardins partagés sont aménagés avec la plantation de quelques arbres fruitier d'essences locales. Un chemin central vient traverser ce parc au milieu de larges espaces plantés et ombragés. Des arbres de différentes tailles et ports ainsi qu'un travail de nivellement en creux permettent de constituer des espaces ouverts apaisés de repos.

La gestion et l'entretien des espaces favorables à la biodiversité sera assuré par les collectivités. Les arbres feront l'objet d'une période de confortement qui permettra de contrôler l'arrosage, de maintenir en état les cuvettes d'arrosages et les tuteurages, de désherber et entretenir les pieds d'arbres. Selon le développement de l'arbres et le port souhaité, des tailles annuelles auront lieu pour garantir la sécurité des usages et le dégagement des troncs. Des tailles de formations pourront être effectuées tous les 4 à 5 ans pour éclaircir les branchages.

Pour les prairies des fauches bi annuelles pourront être menées sur les espaces non accessibles aux usagers.

La création du **parc sur les berges de l'Yzeron permet de créer 3 740 m² d'espaces favorables à la biodiversité (hors cheminement)**.

Ce parc possèdera un paysage varié et riche pour l'avifaune, néanmoins il est important de prendre en compte l'accessibilité ou non pour la faune terrestre (hérisson et reptiles). Pour cela, des aménagements spécifiques seront réalisés pour effacer certaines ruptures et obstacles (murets, clôtures).

La végétalisation sera réalisée avec des pépinières locales et préférentiellement avec le label végétal local.

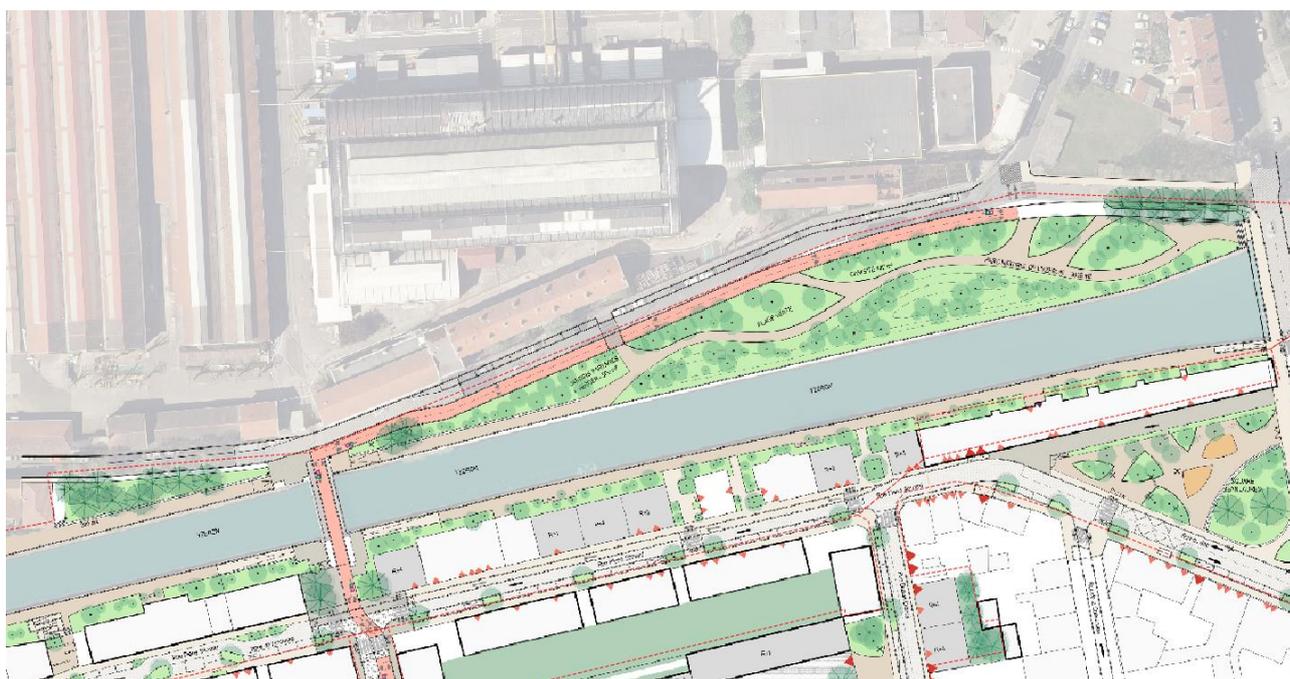


Figure 40 : Extrait du plan masse du 09/10/2023

- ❖ Cette mesure permet de développer un réseau de **3 740 m² d'espaces verts** qui serviront de site de nourrissage pour l'avifaune et les chiroptères inféodés aux milieux urbains.

La responsabilité est portée par l'aménageur.

5.2.8 MR08 : Création de gîtes à chiroptères et avifaune sur espaces publics et bâtiments

Afin de faciliter le maintien des espèces d'oiseaux et de chiroptères dont les zones de nidification et de repos ont été impactées par le projet d'aménagement, et de pallier l'artificialisation des milieux et le manque de cavités naturelles nécessaires à l'accueil de la faune, cette mesure prévoit la mise en place de :

- **30 niochirs pour une petite avifaune.**
- **10 niochirs à chiroptères**

L'avifaune

Les niochirs mis en place seront conformes aux exigences des principales espèces à enjeux de conservation sur le secteur :

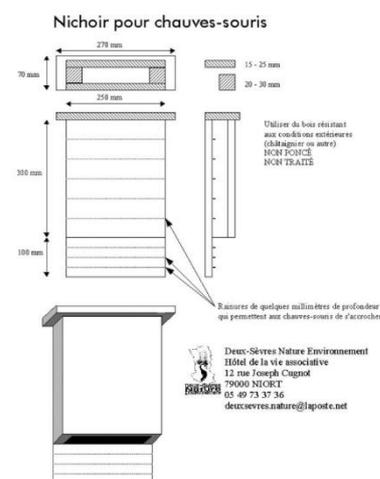
- 15 niochirs pour avifaune des milieux bâtis : martinets à ventre blanc, martinet noir, hirondelles des fenêtres : localisation privilégiée aux abords de l'Yzeron (en façade de bâtiments existants ou au sein du parc) ;
- 15 niochirs divers passereaux communs (moineaux, mésanges, ...) etc. : localisation privilégiée à proximité des futurs parcs et au sein des plantations réalisées.

Les chiroptères

Le nombre de niochirs dépend des inventaires réalisés dans le cadre de la démolition des bâtiments pour dimensionner le nombre d'aménagement.

- 10 niochirs de bases
- 3 niochirs par bâtiment à enjeu chiroptérologique confirmé lors des inventaires préalables aux démolitions.

Il est conseillé d'installer le niochir à chauve-souris dans un endroit **exposé plein sud** à l'abri du soleil et des vents dominants. Dans le jardin, l'idéal est de le placer sur un mur extérieur.



- ❖ Cette mesure permet de maintenir les gîtes à chiroptère et les sites de nidification des oiseaux en se substituant aux sites naturels (et bâtis) détruits par les travaux de la ZAC.

Les niochirs seront installés sur l'espace public et dans la mesure du possible sur les espaces privés. Leur maintien est à assurer au moins 10 ans à la suite de quoi il est considéré que les aménagements paysagers et bâtis prendront le relais. La responsabilité importe à l'aménageur jusqu'à la fin de la concession de la ZAC, prévue en 2033.

5.2.9 MR09 : Réduction de l'éclairage aux abords des sites sensibles

Le plan d'éclairage suivra les préconisations générales suivantes :

- Éclairage crépusculaire sur les secteurs sensibles : parc de l'Yzeron et le long de la voie ferrée.

Le reste de l'éclairage suivra les principes suivants

- Éclairage précis, pour ne pas éclairer les espaces verts et parcs à valeur écologique
- Un spectre lumineux inférieur à 3000K. Il est conseillé un éclairage chaud de 2700K en agglomération.
- Distribution du flux lumineux. Tous les éclairages rénovés ou nouveaux doivent utiliser des luminaires dont l'indicateur de lumière directement émise vers le ciel est nul (ULR à 0%).
- La hauteur des éclairages est aussi importante. Une hauteur maximale de 8 mètres sera respectée sur les axes routiers, pour les cheminements piétons posséderont une hauteur maximale à 6 mètres.



- ❖ La mesure limite la pollution lumineuse sur les secteurs à enjeu écologique (parc de l'Yzeron et voie ferrée). Sans pour autant atteindre l'objectif de corridors noirs compte tenu du contexte urbain, elle permet le maintien de la biodiversité nocturne et réduit le risque de dérèglement des cycles biologiques.

La responsabilité est portée par l'aménageur en phase travaux mais c'est le SIGERLy (Syndicat de gestion des énergies de la région lyonnais) qui assurera la maîtrise d'ouvrage et la gestion pour le compte de la commune d'Oullins en phase d'exploitation.

5.2.10 MR10 : Lutte contre les espèces invasives

Cette mesure lutte contre la dissémination des EEE pendant le chantier. 3 facteurs sont favorables à l'installation et la dissémination de ces espèces : la mise à nu de surface de sol, le transport de fragments de plantes ou de graines par les engins de chantier et l'import et l'export de terre.

12 espèces de plantes considérées comme EEE sont présentes sur le site : Souchet vivace, séneçon du cap, onagre, armoise de verlot, renouée du japon, ambroisie à feuilles d'armoise, phytolaque d'Amérique, buddleja de David, robinier faux acacia, ailanthe, érable à feuilles de frêne et la vigne vierge...

Les 7 règles globales pour le chantier

- Il est important de restreindre l'utilisation de terre végétale contaminée et interdire son utilisation en dehors des limites des chantiers ;
- Vérifier l'origine des matériaux extérieurs utilisés afin de garantir de ne pas importer des terres contaminées dans les secteurs à risques ;
- Replanter ou réensemencer le plus rapidement possible avec des espèces locales ou recouvrir par des géotextiles les zones où le sol a été remanié ou laissé à nu ;
- Nettoyer tout matériel entrant en contact avec les espèces invasives avant leur sortie du site et à la fin du chantier ;
- Couper la végétation à 10 cm lors des fauches d'entretien pour limiter la colonisation ;
- Minimiser la production de fragment de racines et de tiges des EEE et n'en laisser aucun dans la nature, ramasser l'ensemble des résidus issus des mesures de gestion et les mettre dans des sacs adaptés ;
- Mettre en place des mesures (bâches) pour éviter des pertes lors du transport.

Les espèces représentant un enjeu fort sont la renouée du japon et l'ambroisie à feuilles d'armoise :

Renouée du Japon

La renouée du japon a un fort impact environnemental en étant capable de former des peuplements denses qui possèdent un effet négatif sur les écosystèmes. Cette croissance importante a un effet direct sur l'accessibilité et la circulation des usagers. Son élimination aux abords des routes par les collectivités est coûteuse.

Les facteurs favorables à son expansion sont les zones nues, le transport de résidus et de terres contenant des fragments. Un fragment est capable de donner un nouvel individu.

Ambroisie à feuilles d'armoise

L'ambroisie à feuilles d'armoise est présente sur le site, elle fait l'objet d'un arrêté ARS 2019-10-0089 dans le cadre de la lutte contre les espèces d'ambroisie.

Cette espèce a des impacts environnementaux avec une forte concurrence sur les sols nus. Le point rouge de cette plante est son impact sur la santé humaine, il s'agit d'une plante fortement allergisante (problèmes respiratoire et irritation de la peau).

Le port de gants, masque et combinaison est nécessaire pour éviter tout contact avec le pollen et les fleurs.

La responsabilité est portée par l'aménageur en phase travaux puis la commune d'Oullins ou la métropole de Lyon en phase d'exploitation, sur une durée d'au moins 30 ans.

❖ Cette mesure permet de façon simple et efficace de lutter contre les EEE et de prévenir leur retour.

5.3 MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ET DE SUIVI

5.3.1 MS01 : Suivi scientifique de tout dispositif in situ

Un suivi annuel sera effectué de manière à évaluer l'efficacité des mesures ERCA du milieu naturel vis-à-vis des espèces présentes sur le site

La mesure consiste à :

- Accompagner et s'assurer de la mise en œuvre de l'ensemble des mesures
- Vérifier l'efficacité des mesures mises en place
- Assurer le suivi de la fréquentation des gîtes artificiels et des niochors
- Écoute de l'avifaune : Le premier suivi permettra d'établir un état de référence avant le début des travaux. L'année N correspond au démarrage des travaux. Des écoutes seront réalisées tous les ans pendant les 5 premières années puis tous les deux ans.

N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+11	N+12
x	x	x	x	x		x		x		x		x

- Proposer des mesures de rectification de la gestion en faveur des espèces concernées si nécessaire
- Suivi de la recolonisation par les espèces exotiques envahissantes.
- Une note de synthèse sera produite afin de compiler les résultats obtenus et proposer des mesures de rectification si nécessaire

Cette mesure de suivi est effective le temps de la concession de la ZAC de la Saulaie.

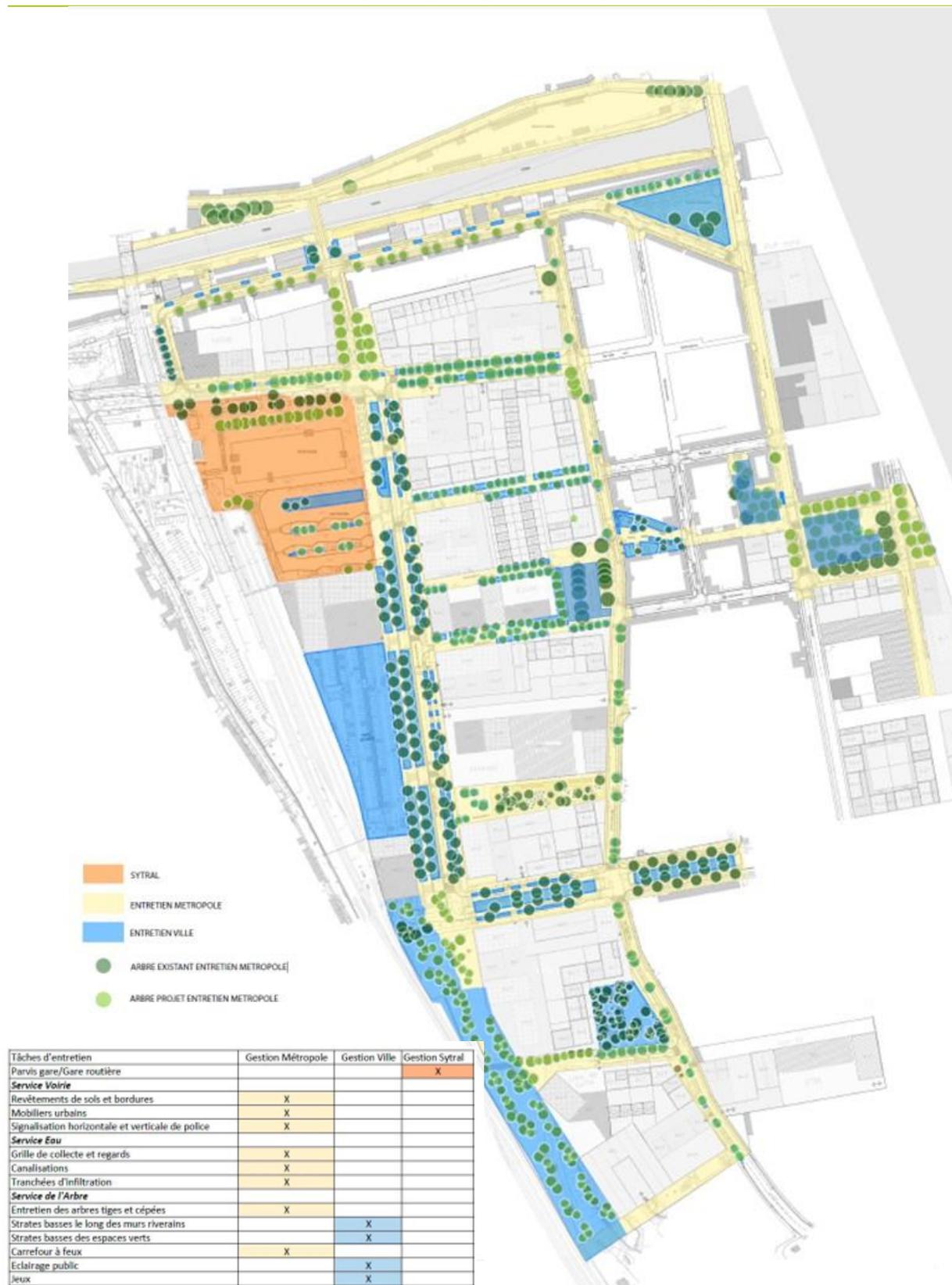


Figure 41 : Extrait de la Notice Paysage de décembre 2023

5.3.2 MA01 : Création d'un réseau d'espaces verts publics et privés

Cette mesure accompagne la création de **6 891 m² d'espaces verts publics** et **4 012 m² d'espaces urbains privés**. Cette surface concerne uniquement les espaces verts considérés comme non favorables à la biodiversité.

Cette mesure d'accompagnement vise à proposer des préconisations sur l'ensemble des espaces verts réalisés dans le cadre du projet de la ZAC de la saulaie : privé et public.

En complément des MR05 et MR06 cette mesure permettra la constitution de liens entre les différents espaces favorables à la biodiversité pour faciliter le maillage de ces espaces et donc les circulations d'espèces. Cette mesure d'accompagnement vise à proposer des préconisations sur l'ensemble des espaces verts réalisé dans le cadre du projet.



Espaces verts publics

La gestion et l'entretien des espaces favorables à la biodiversité sur espace public sera assuré par les collectivités. Les arbres feront l'objet d'une période de confortement qui permettra de contrôler l'arrosage, de maintenir en état les cuvettes d'arrosages et les tuteurages, de désherber et entretenir les pieds d'arbres. Selon le développement de l'arbres et le port souhaité, des tailles annuelles auront lieu pour garantir la sécurité des usages et le dégagement des troncs. Des tailles de formations pourront être effectuées tous les 4 à 5 ans pour éclaircir les branchages.

Pour les prairies de fauches bi annuelles pourront être menées sur les espaces non accessibles aux usagers.

Matrice 1ère grandeur Arbres ≥ ht. 20 m	Matrice 2ème grandeur Arbres ht. 15-20 m	Matrice 3ème grandeur Arbres ≤ 15 m
Acer pseudoplatanus	Acer campestre	Alnus cordata
Carpinus betulus	Acer monspessulanum	Arbutus unedo
Celtis australis	Fraxinus ornus	Cercis ciliquastrum
Quercus castaneifolia	Koelreuteria paniculata	Cornus controversa
Quercus ilex	Paulownia tomentosa	Corylus avellana
Pinus halepensis	Prunus avium	Crataegus monogyna
Pinus pinea	Salix caprea	Mespilus germanica
Ulmus parvifolia		Prunus spinosa
Tilia cordata		Punicata granatum
Zelkova serrata		Rhamnus cathartica
		Salix rosmarinifolia
Essences fruitières de verger		
Reine claud de 'Oullins'		
Reine claud de'Ecully		
Abricotier 'Poizat' de Neuville/Saône		
Abricotier 'Bergeron'		
St Cyr au Mont d'Or		
Pommier calville d'Oullins		
Poirier 'Beurré Luizet'		
Poirier précoce de Trévoux		
Cerisier Jaboulay bigarreau de Lyo		
Cerisier bigarreau d'Ecully		
Figuier		

Figure 42 : Extrait de la palette végétale, issus des principes paysagers- décembre 2023 – ILEX/INGEROP

Espaces verts privés

Le réseau d'espaces verts privés s'appuiera sur les principes suivants :

- Planter des essences adaptées à la région avec une palette végétale intégrant au minimum 50% d'essences locales pour les arbres et 70% pour les arbustes
- Intégrer une diversité de strates végétales avec un minimum de deux strates par variété paysagère
- S'assurer qu'au moins 50% des arbres et arbustes soient issus de semis et non de boutures pour permettre une diversité génétique plus forte et une pérennité plus grande des végétaux.
- Dans les cœurs des jardins, installer des prairies champêtres et praticables, avec des plantes rustiques

Système forestier climatique

Arbres de 1ère grandeur: > 18m – Arbres Seigneurs



Arbres de 2ème grandeur: 12m > h > 18m - Arbres Collectifs



Système nature faubourienne

Arbres de 3ème grandeur: 8m > h > 12m - arbres mellifères, floraison remarquable



Haies vives - hauteurs à adapter à la typologie de limite



Figure 43 : Extrait de la palette végétale, Extrait du CPAUPE - décembre 2023 - TVK/BASE/ALTO STEP/AIA environnement

5.4 LISTE DES MESURES

NOM		INDICATEUR CONCERNÉ
MESURES DE RÉDUCTION		
MR01	Phasage assurant la conservation de zones refuge	2 hectares préservés au minimum tout au long du projet
MR02	Protocole de démolition bâti/ouvrages	Bâtiments dont la déconstruction ou la réhabilitations est prévue
MR03	Protocole d'abattage des arbres et des broussailles	Zac de la Saulaie
MR04	Préservation des principaux boisements et des arbres d'alignements	6 150 m ² de bosquets/boisements à enjeu écologique Principaux arbres d'alignement
MR05	Création d'espaces verts publics favorables à la biodiversité	13 320 m ² dont 2000 m ² de friche vivace
MR06	Création d'espaces verts privés favorables à la biodiversité	13 400 m ² favorable à la biodiversité
MR07	Création du parc des Berges de l'Yzeron	3 740 m ² favorable à la biodiversité
MR08	Création de gîtes à chiroptères et avifaune sur les espaces publics	15 nichoirs pour l'avifaune des milieux bâtis 15 nichoirs divers pour passereaux communs 10 gîtes à chiroptères minimum en fonction des enjeux des bâtiments
MR09	Réduction de l'éclairage aux abords des sites sensibles	Clauses spécifiques dans les programmes de travaux portés par les aménagements d'espaces publics
MR10	Lutte contre les espèces invasives	
MESURES D'ACCOMPAGNEMENT ET DE SUIVI		
MS01	Suivi scientifique de tout dispositif in situ	9 notes de synthèse (1 par année de suivi)
MA01	Création d'un réseau d'espaces verts publics et privés	6 891 m ² d'espaces verts publics 4 012 m ² d'espaces verts privés

5.5 ANALYSE DES IMPACTS RÉSIDUELS SUR LES ESPÈCES PROTÉGÉES

5.5.1 Impacts résiduels sur les espaces par zone

Zone sud

La zone sud correspond à la partie de la ZAC se situant en dessous de l'avenue des Saules.

Cette zone présente une zone de préservation et remaniement de 1770m² qui permet la préservation d'un bosquet. En phase d'exploitation, il s'inscrira dans le réseau d'espaces verts urbain.

Les impacts concernent la suppression de végétation rudérale :

- Quelques espaces régulièrement remaniés dont des pelouses mésoxérophiles.
- Des espaces verts arborés de la résidence Parme.

Sur le secteur se sont près de 4 974 m² qui sont valorisés écologiquement en espaces verts publics écologiques ainsi que près de 5656 m² d'espaces verts privés en cœur d'îlot. C'est un total de 10 630m² d'espaces verts qui sont créés ce qui permet de réduire l'impact du projet d'une surface équivalente sur la zone sud. Plus spécifiquement, l'aménagement des espaces verts intégreront des espaces de pelouse mésoxérophiles en connexion avec les voies ferrées. De nombreux espaces verts sont prévus (MA01), ces derniers permettent de mettre en connexion les différents espaces verts du projet et ainsi créer une perméabilité forte pour les espèces qui sont présentes dans le quartier de la Saulaie.

Les impacts résiduels concernent la disparition de quelques sujets arborés au développement important. Ils s'inscrivent en limite entre l'espaces publics et le futur lot au Sud et leur maintien ne peut être garanti. Certains individus sont en pleine maturité, leur bonne santé à l'échéance du projet ainsi que les contraintes de conservation ne permettent pas de garantir leur maintien dans le projet. Le reste de la végétation et des milieux altérés ne présentent pas d'enjeu ou seront reconstitués. Les pelouses mésoxérophiles, actuellement non pérennes sur le secteur compte tenu des mouvements de matériaux, seront reconstituées à hauteur de 2000m² en synergie avec le faisceau ferroviaire.

La zone centrale

Elle s'étend de la rue Pierre Semard au Nord à l'avenue des Saules au Sud.

Les 2 zones de boisements de la zone centrale qui concentrent les enjeux écologiques sont remaniées et intégrées dans le projet, soit plus de 4380 m².

Sur le secteur se sont près de 8 628 m² qui sont valorisés en espaces verts publics écologiques ainsi que près de 7776 m² d'espaces verts privés en cœur d'îlot. C'est un total de 16 840m² d'espaces végétaux qui sont créés ce qui permet de réduire l'impact du projet, de nombreux espaces verts sont créés avec la mesure MA01 qui permet de relier les espaces favorables à la biodiversité. Plus spécifiquement : les alignements de la place Kellermann sont également préservés et augmenté par des nouvelles plantations. Les arbres d'alignements présents sont largement préservés. Les quelques abattages, encadrés par des mesures de réduction, ne présentent pas d'enjeu écologique. De même, les quelques habitations démolies sont encadrées par des mesures de réduction.

Les impacts concernent la suppression de vastes espaces de végétation rudérales (de l'ordre 4 ha) qui présentent des fourrés en franges (3500 m²) mais dont les enjeux écologiques restent faibles.

La mise en œuvre du parc sur le parking relais offre un milieu refuge connecté aux espaces maintenus en frange des voies ferrées.



Figure 45 : carte de la zone centrale et des mesures ERCA

Partie Nord

Ce secteur fait l'objet d'une reconquête naturelle sur un secteur assez stratégique à savoir le débouché du corridor de l'Yzeron sur l'espace du Rhône.

Un principe de désartificialisation de la rive Nord est assuré avec la création de **3 740 m²** de parc. Des aménagements paysagers sont également prévus en rive Sud. Le secteur bénéficie ainsi d'une végétalisation importante de 1300 m² et constituera une pièce écologique intéressante et fonctionnelle.

La mise en place de nichoirs pour l'avifaune inféodée aux bâtiments permet de maintenir et développer les populations présentes qui trouveront avec le parc de l'Yzeron des zones de nourrissage privilégiées.

En phase chantier, la démolition de bâtiments est encadrée par des mesures de réduction.

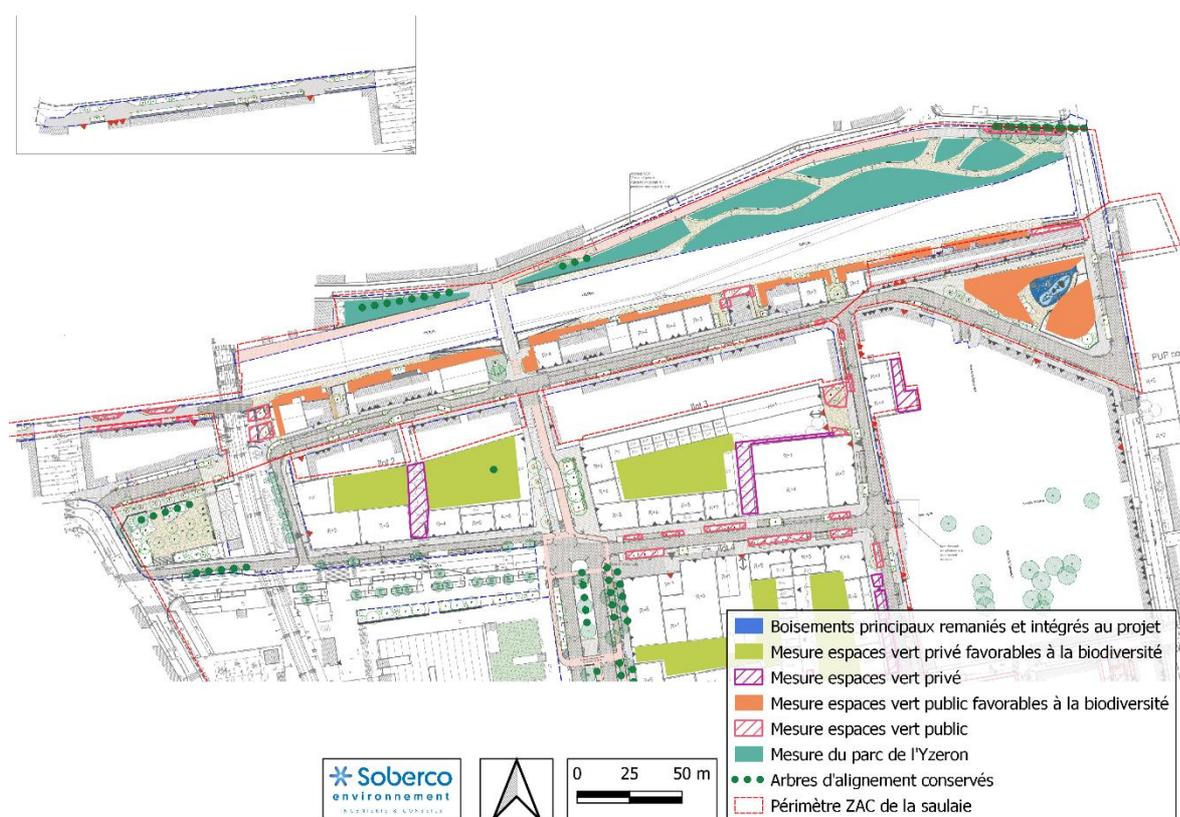


Figure 46 : Carte des bords de l'Yzeron et des mesures ERCA

5.5.2 Impacts résiduels sur les cortèges floristiques et faunistiques

Flore

Les impacts se limitent à la destruction de quelques stations de friche vivaces non pérennes compte tenu des mouvements de matériaux.

La mesure MR04 intègre la reconstitution de création de friches vivaces sur 2000 m² en lien avec les espaces du faisceau ferroviaire. Elle permet de conserver ce type de végétation et potentiellement la conservation espèces patrimoniales mais non protégées observée sur le site (l'œillet velu et la laitue vireuse).

La MR 10 met en œuvre des dispositions de lutte contre les espèces invasives. Ce secteur étant largement infesté, la biodiversité sera redynamisée par l'éradication des invasives et des plantations d'essences diversifiées.

L'impact résiduel sur la flore est nul.

Concernant les plantations d'alignement, les impacts sont limités (moins de 50 arbres). Le quartier devrait développer considérablement la strate arborée avec à terme près de 1000 arbres sur la partie publique (près de **860 plantations** qui complètent les 115 arbres du site conservés et les alignements de vieux platanes au sein des mesures d'évitement).

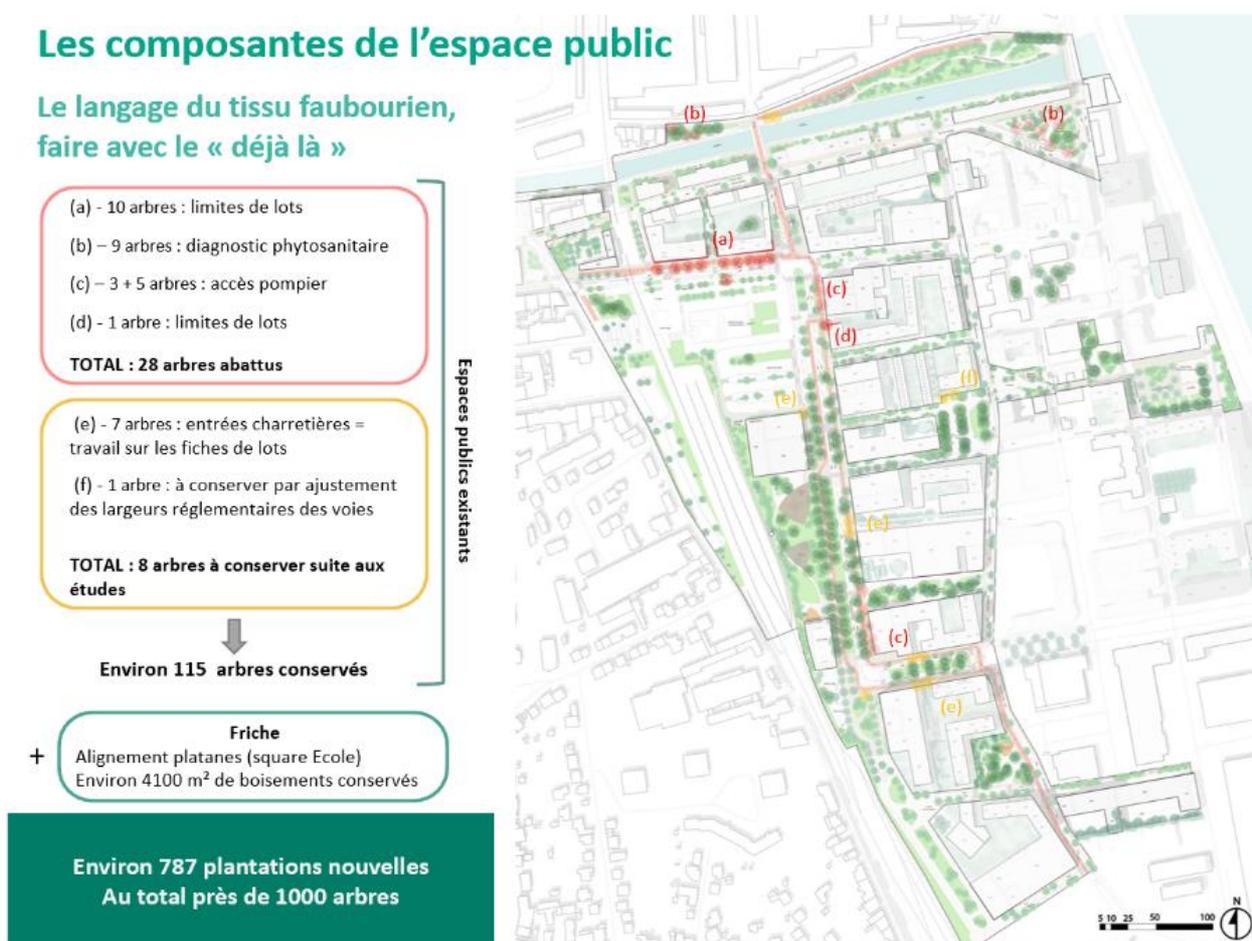


Figure 47 : Schéma au stade AVP, Janvier 2023

Mammifères et reptiles

Plusieurs individus sont menacés par les travaux. Il s'agit d'individus erratiques soumis à la pression urbaine (voiries, prédation). Des mesures sont mises en œuvre pour limiter le risque de destruction accidentelle par le maintien de zones refuge et un phasage adapté permettant aux animaux de fuir la zone de travaux.

Leur capacité de reconquête au sein du projet se limite aux franges périphériques, notamment le long des voies ferrées mais également en rive Nord de l'Yzeron au sein du parc ainsi que sur certains cœurs d'îlot. Les fonctionnalités sont limitées pour le hérisson et la couleuvre verte et jaune car le milieu urbain reste contraint et sous pression mais la présence d'individus erratiques restera encore possible. Pour le lézard des murailles, le projet propose des conditions favorables pour le cycle biologique de l'espèce qui pourra s'y développer.

La création d'espaces verts multiples permettra à ces espèces de retrouver des espaces favorables à leur développement. L'impact de l'aménagement de la ZAC est positif, les mammifères et reptiles retrouveront au minimum 1 ha d'espaces favorable en plus.

L'impact résiduel est ici nul dans la limite où les populations de hérissons et de couleuvres sont aujourd'hui menacées et que le contexte restera favorable à leur maintien dans et aux franges du projet.

Avifaune

L'avifaune des milieux boisés concerne des espèces en transit ou cantonnées sur quelques secteurs. Les bosquets sont évités, elle n'est que peu affectée par les travaux. Les zones de nourrissages secondaires seront assurées par les nombreux espaces verts et la maîtrise de l'éclairage aux franges du projet permettra de limiter les perturbations des populations limitrophes (qui sont limitées par le contexte urbain).

L'avifaune des milieux bâtis bénéficiera de la mise en place de nichoirs et du développement d'une zone de nourrissage avec le parc de l'Yzeron. Ces mesures de réduction associées à des protocoles pour la démolition des bâtiments permettront de maintenir et développer les populations présentes.

L'avifaune des fourrés et friches qui trouve sur le site de la Saulaie des sites de nidification et haltes migratoires éparses ainsi que des sites de nourrissage secondaire sera impactée par le projet compte tenu des emprises. Néanmoins, les mesures de réduction maintiendront des sites pour le bon accomplissement des cycles biologiques. La conservation d'un minimum de 2 ha friches dans les phases de travaux et l'aménagement progressif des espaces verts maintiendra des espaces suffisants pour le maintien des populations actuellement présentes.

Les rapaces nocturnes et l'Œdicnème criard ne sont actuellement pas présents sur le site. Aucun impact n'est à craindre pour ce groupe.

La création de nouveaux espaces verts, du parc des berges et du parc sportif permet de créer de nouveaux espaces pour l'avifaune pour son développement.

L'impact résiduel sur l'avifaune est positif compte tenu du maintien des principales zones de nidification et du développement de zone de nourrissage par les futurs espaces verts du nouveau quartier.

Amphibiens

Le groupe des amphibiens ne sont pas représentés sur le site. Aucun impact n'est à craindre pour ce groupe mais les milieux aménagés, notamment le parc de l'Yzeron et les aménagements le long des voies ferrées pourront potentiellement développés des milieux favorables (points d'eau) au développement des populations.

L'impact résiduel sur les amphibiens est nul.

Chiroptères

Le projet évite les principaux gîtes arboricoles et met en œuvre des mesures pour l'abattage et la démolition des bâtiments de façon à réduire le risque de destruction accidentelle.

Les populations de chiroptères bénéficieront de la mise en place de nichoirs et du développement d'une zone de nourrissage avec le parc de l'Yzeron et les futurs espaces verts urbains.

Ces mesures de réduction associées à des protocoles pour la démolition des bâtiments et de réduction de l'éclairage dans les zones sensibles permettront de maintenir et développer les populations présentes.

L'impact résiduel sur les chiroptères est positif.

Faune aquatique

Les travaux d'aménagement de la ZAC ne concernent pas le compartiment aquatique. Les risques de pollution sont maîtrisés tant en phase chantier et en phase d'exploitation et aucun impact n'est à craindre sur les populations de faune aquatique de l'Yzeron et du Rhône.

L'impact résiduel sur la faune des milieux aquatiques est nul.

5.5.3 Synthèse des impacts surfaciques résiduels sur la faune

Nature et groupe d'espèces impacté	Impact brut	Mesures de réduction et surfaces concernées	Évaluation quantitative de l'impact résiduel
Mammifères : Hérisson d'Europe <i>Fourrés arbustifs, Parc, square, espace vert ornemental, Zone de friches</i>	22 889 m ²	MR 05 : aménagement de 13 320 m² d'espaces verts publics favorables à la biodiversité MR 06 : aménagement de 13 400 m² d'espaces verts privés favorables à la biodiversité MR 07 : aménagement du parc des Berges avec une surface de 3 740 m² MA 01 : création d'un réseau d'espaces verts publics et privés	Nul
Reptiles : Lézard des murailles et couleuvre verte et jaune <i>Fourrés arbustifs, Espace public enherbé, Végétation annuelle nitrophile et Zones de friches</i>	17 567 m ²	MR 05 : aménagement de 13 320 m² d'espaces verts publics favorables à la biodiversité MR 06 : aménagement de 13 400 m² d'espaces verts privés favorables à la biodiversité MR 07 : aménagement du parc des Berges avec une surface de 3 740 m² MA 01 : création d'un réseau d'espaces verts publics et privés	Nul
Faune aquatique <i>Aucun habitat d'espèce</i>	0 m ²		Nul
Avifaune : 33 espèces <i>Boisements rudéraux</i> <i>Espace public enherbé</i> <i>Parc, square, espace vert ornemental</i> <i>Fourrés arbustifs</i>	30 968 m ²	MR04 : Conservation des principaux boisements et arbres d'alignement pour une surface de 6150 m² MR 05 : aménagement de 13 320 m² d'espaces verts publics favorables à la biodiversité MR 06 : aménagement de 13 400 m² d'espaces verts privés favorables à la biodiversité	Nul

<p><i>Végétation annuelle nitrophile</i> <i>Zones de friches</i></p> <p><i>Martinet et hirondelle</i></p> <p><i>Avifaune des milieux urbains</i></p>		
<p>Chiroptères : 9 espèces <i>Boisements rudéraux</i></p>	<p>6 246 m²</p> <p>MR 07 : aménagement du parc des Berges avec une surface de 3 740 m² MS 01 : suivi scientifique de tout dispositif in situ MA 01 : création d'un réseau d'espaces verts publics et privés</p> <p>MR02 : protocole de démolition du bâti/ouvrages MS 01 : suivi scientifique de tout dispositif in situ</p> <p>MR03 : Protocole d'abattage des arbres et des broussailles MS 01 : suivi scientifique de tout dispositif in situ</p> <p>MR02 : protocole de démolition du bâti/ouvrages MR03 : Protocole d'abattage des arbres et des broussailles MR04 : Conservation des principaux boisements et arbres d'alignement pour une surface de 6150 m² MR 05 : aménagement de 13 320 m² d'espaces verts publics favorables à la biodiversité MR 06 : aménagement de 13 400 m² d'espaces verts privés favorables à la biodiversité MR 07 : aménagement du parc des Berges avec une surface de 3 740 m² MS 01 : suivi scientifique de tout dispositif in situ MA 01 : création d'un réseau d'espaces verts publics et privés</p>	<p>Nul</p> <p>Nul</p> <p>Nul</p>

Les milieux à enjeux écologiques représentent une surface d'impact brut de 30 968 m². Les zones rudérales (57 100 m²) ne sont pas considérées comme des zones à enjeu pour des espèces protégées (nota : les secteurs d'accueil de de plantes déterminantes ZNIEFF estimée à 2000 m² sont reconstituées dans les futurs espaces ouverts du talus ferroviaire).

Les principaux fourrés, bosquets et boisements font l'objet de mesures de réduction qui permettent de sauvegarder la fonctionnalité (MR04 6 150 m²) avec également la préservation de la plupart des arbres d'alignement et notamment ceux à enjeu écologique.

Les impacts sont réduits par les nouvelles surfaces d'espaces verts avec notamment la création du parc de l'Yzeron (3 740 m²) ainsi que les espaces publics favorables à la biodiversité (13 3320 m²) et les espaces privés favorables à la biodiversité (13 400 m²). Ces nouveaux espaces permettront d'avoir une fonctionnalité écologique forte au sein de la ZAC.

Même si les nouveaux espaces plantés ne rempliront pas leur fonction avant plusieurs années le quartier devrait maintenir sa fonctionnalité écologique tant en phase travaux qu'en phase d'exploitation.

Ainsi la ZAC de la Saulaie n'a pas d'impact résiduel sur les espèces protégées présentes sur la ZAC en mettant en place des mesures de réduction fortes au sein du projet et donc ne nécessite pas de demande de dérogation espèces protégées prévue aux dispositions de l'article L411-1 du code de l'environnement.

6 ANNEXE 1 : METHODOLOGIE DES INVENTAIRES BIO-ACOUSTIQUES

6.1 MATÉRIEL ET CONFIGURATIONS UTILISÉS

Les matériels utilisés pour l'écoute passive sont les détecteurs enregistreurs Song Meter 2 bat +, Song Meter 4 bat Full Spectrum (SM4 bat FS) et sa version plus récente le SM mini Bat, de chez Wildlife Acoustic.

Ce matériel permet l'échantillonnage d'un point donné durant plusieurs nuits consécutives, la durée variant en fonction de l'activité acoustique, des capacités des batteries et des cartes mémoires.

De nombreux paramètres peuvent être programmés : durée d'enregistrement, heure de début, heure de fin, fréquences échantillonnées, etc.

La configuration des paramètres acoustiques des enregistreurs est celle préconisée par le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris dans le cadre du programme de sciences participatives Vigie Nature, volet Vigie Chiro : <https://vigienature.mnhn.fr/page/vigie-chiro.html>



Ces paramètres sont largement utilisés par la communauté des chiroptérologues français et permettent ainsi d'éventuelles comparaisons des résultats à des référentiels d'activité nationaux. Les enregistrements sont réalisés en WAV (format non compressé), en WAC ou en W4V (format de compression). Ceux-ci sont ensuite formatés avec un découpage des séquences de 5 secondes. Opération réalisée via le logiciel Kaléidoscope et selon les réglages préconisés par le MNHN.

6.2 MÉTHODE D'ANALYSE DES SÉQUENCES ULTRASONORES :

L'utilisation d'enregistreurs autonomes a pour effet de produire une grande quantité de fichiers à traiter par analyse informatique sur le logiciel Batsound. Les progrès récents en matière d'analyse semi-automatique des séquences permettent aujourd'hui l'utilisation de logiciels performants. Le logiciel Sonochiro de la société Biotope a été utilisé ici pour le tri des séquences des enregistreurs autonomes. Sur la base de mesures comparées à des données de référence, le logiciel propose l'identification d'une espèce selon un indice de confiance. Performant sur certaines espèces, il permet de réaliser un tri des séquences et notamment des pipistrelles qui peuvent représenter jusqu'à près de 90% des contacts.

Il est toutefois imprudent de se fier à 100% aux identifications qu'il propose et chaque espèce ou groupe d'espèces identifié doit donc faire l'objet d'une vérification minutieuse selon une méthodologie stricte.

6.3 CALCUL DES INDICES D'ACTIVITÉ ET RÉFÉRENTIELS D'ACTIVITÉ

Note préalable : le calcul des indices d'activité peut se faire de différentes manières en fonction du jeu de données que l'on souhaite analyser, particulièrement en fonction du degré d'homogénéité des données à traiter. On retrouve couramment les formats d'expression suivants (d'après HAQUART 2013) :

- En nombre de contact brut par nuit / heure / minute ;
- En nombre de contact corrigé (avec un coefficient de détectabilité) par nuit / heure / minute ;
- En « minute positive » : nombre de minutes où a u moins une chauve-souris a été enregistrée au cours d'une nuit.

Dans le cas de cette étude, afin de pouvoir comparer les résultats aux référentielles d'activité du MNHN (Bas Y, Kerbiriou C, Roemer C & Julien JF (2020)) qui vient de mettre à disposition des tableaux de référentiel d'activité, les indices d'activité ont été exprimés en nombre de contacts bruts par nuit, avec un découpage des séquences de 5 secondes.

Ces tableaux ont été construits grâce au programme Vigichiro qui permet de suivre les grandes tendances des populations de chiroptères au niveau national avec l'implication d'un réseau de chiroptérologues volontaires.

Les référentielles sont construit comme suit :

« L'activité acoustique des chauves-souris a une distribution non normale. Cela veut dire que pour chaque nuit d'enregistrement, il est plus commun d'enregistrer peu de contacts, tandis que les nuits avec beaucoup d'activité sont plus rares. Nous devons donc prendre cela en compte pour établir les niveaux d'activité (faible, moyen, fort, très fort). C'est pourquoi nous utilisons les quantiles pour définir les seuils entre les niveaux d'activité.

Pour ce faire, nous ordonnons toutes les nuits disponibles dans notre base de données (Vigie-Chiro) de la nuit avec le plus petit à la nuit avec le plus grand nombre de contacts. Nous calculons ensuite les quantiles à 25 %, 75 % et 98 %. Pour donner un exemple, si $Q25\% = 3$ contacts/nuit, cela veut dire que 25 % des nuits ont une valeur inférieure ou égale à 3. Cela est fait pour chaque espèce séparément »²

² <https://croemer3.wixsite.com/teamchiro/reference-scales-of-activity>

ANNEXE 2. ZAC LA SAULAIE : PLAN DE GESTION ET ÉVALUATION QUANTITATIVE DES
RISQUES SANITAIRES, ABO ERG ENVIRONNEMENT , DÉCEMBRE 2023



ZAC SAULAIE

**PARCELLES CADASTRALES N°196, 239 (POUR PARTIE), 294 A 300, 302 A
304, 306 ET 307 DE LA SECTION CADASTRALE AM
OULLINS (69)**

**EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES ET MESURES
ASSOCIEES
PLAN DE GESTION DES TERRES EXCAVEES
(MISSIONS A320 ET A330 PARTIELLE)**

\\erg-sa\lyon\Data\ENVIRONNEMENT\DOSSIERS EN COURS_LYON\2022\22LES066Ac_GBS_Mission 3_SERL OULLINS (69)\RAPPORT\RAPPORT MAIL

N° DOSSIER		22	LES	066	A	c	ENV	GBS	-	PIECE	1/1	AGENCE	LYON
01/12/23	49709d	G. BERAS		M. BONNEAU			S. RENAUD		82 + ann.		QUATRIEME DIFFUSION FAISANT SUITE A LA REUNION DU 24/10/2023		
02/06/23	49709c	G. BERAS		M. BONNEAU			S. RENAUD		88 + ann.		TROISIEME DIFFUSION FAISANT SUITE AUX INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES		
12/12/22	49709b	G. BERAS		M. BONNEAU			S. RENAUD		88 + ann.		DEUXIEME DIFFUSION FAISANT SUITE A LA REUNION DU 03/11/2022		
07/10/22	49709	G. BERAS		M. ECOUELLAN			S. RENAUD		88 + ann.		PREMIERE DIFFUSION		
DATE	CHRONO	REDACTEUR		CHEF DE PROJET			SUPERVISEUR		nb. pages		MODIFICATIONS - OBSERVATIONS		

GEOTECHNIQUE · RISQUES NATURELS · INVESTIGATIONS · REHABILITATION DES SOLS · ENVIRONNEMENT · EAU



ABO ERG ENVIRONNEMENT · SAS au capital de 40 000 € · SIRET 440 245 314 00081 · code NAF 7112B-RC LYON 2010 B 01558 · www.abo-erg.fr
agence de LYON · Les Bâtiments des Erables · Bât B 1^{er} étage · 36-36bis av G. De Gaulle · 69110 SAINTE-FOY-LES-LYON · ☎ 04 78 95 64 65 · lyon@erg-sa.fr



TOULON · BORDEAUX · GRENOBLE · HAUTS DE FRANCE · LYON · MARSEILLE · MONTPELLIER · NANCY · NICE · PARIS · TOULOUSE



SYNTHESE NON TECHNIQUE

NOM SITE	ZAC La Saulaie
NOM CLIENT	Groupe SERL
N° DOSSIER	22LES066Ac
TYPE D'ETUDE	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires et Plan de Gestion des Terres EXcavées
CODES NF X 31-620	A320 et A330 partielle
ADRESSE	ZAC La Saulaie, Oullins (69 600)
CADASTRE	Parcelles cadastrales n°196, 239 (pour partie), 294 à 300, 302 à 304, 306 et 307 de la section cadastrale AM.
SUPERFICIE	61 000 m ²
COORDONNEES LAMBERT 93	X : 841 236 m Y : 6 514 523 m Z (m/NGF) : La topographie du site présente une légère pente entre le nord est et le nord -ouest du site passant de 166 à 164 m NGF. Le reste du site est relativement plat, autour de 164 m NGF.
CONTEXTE / OBJECTIFS	<p>Cette mission s'inscrit dans le cadre du futur projet d'aménagement de la ZAC La Saulaie. L'objectif principal de la mission est de réaliser une EQRS afin de vérifier la compatibilité sanitaire du site avec l'esquisse projet de la ZAC et de réaliser un Plan de Gestion des Terres Excavées en lien avec le projet de ZAC.</p> <p>Cette étude intervient suite à la réalisation d'études environnementales et de travaux de dépollution réalisés sur le site. ABO-ERG a notamment rédigé une synthèse de l'historique et des études antérieures ainsi qu'un diagnostic environnemental des milieux sol, gaz des sols et eaux souterraines dans le cadre du réaménagement de la zone.</p> <p>La société SNCF Réseau, en tant qu'ancien exploitant ICPE, s'est vu demander la remise en état de trois zones localisées au droit du site, par arrêté préfectoral du 14/10/2021. Afin de répondre à ses obligations réglementaires, SNCF Réseau a missionné TESORA pour la réalisation d'un diagnostic de la qualité des milieux et d'un plan de gestion. Ce plan de gestion a été mis à jour dans une note de TESORA datée du 03/11/2022. En parallèle de cette note, un suivi environnemental des eaux souterraines a été réalisé.</p>
SYNTHESE DU PLAN DE GESTION DES MATERIAUX IMPACTES	<p><u>Evaluation des risques sanitaires</u></p> <p>Les analyses de gaz du sol réalisées au droit du site ont révélé la présence d'hydrocarbures, de BTEX et COHV. Trois EQRS ont été élaborées à partir des teneurs retrouvées au droit du site.</p> <p>- Le cas n°1 représente l'état résiduel attendu après réalisation des derniers travaux de réhabilitation du site par la SNCF (en considérant une dépollution jusqu'à la nappe au Sud de la zone broierie). Il apparait que les niveaux de risques ne sont pas acceptables.</p> <p>-Le cas n°2 représente l'état résiduel attendu après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF et après aménagement des niveaux de sous-sols prévus par le projet d'aménagement au droit de Pza11. Il apparait que les niveaux de risques ne sont toujours pas acceptables.</p> <p>-Le cas n°3 (calculs réalisés hors Pza11 et Pr02) représente l'état résiduel attendu après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF, après aménagement des niveaux de sous-sols prévus par le projet d'aménagement au droit de Pza11, et après exclusion des résultats analytiques mesurées au droit de l'ouvrage Pr02. En effet, cet ouvrage présente la majorité des teneurs ayant le plus d'incidence sur les calculs de compatibilité sanitaire à l'échelle du site. Il apparait que les niveaux de risques sont acceptables. Ce cas n°3 constitue ainsi l'ARR prédictive après travaux de réhabilitation complémentaire par la SERL au niveau de la zone du Pr02.</p> <p>Il convient donc de mener des travaux de mise en compatibilité du site sur les matériaux caractérisés par le piézair Pr02, où une incompatibilité sanitaire du site vis-à-vis du projet d'aménagement est mise en évidence.</p> <p>Ainsi, l'ARR prédictive réalisée met en exergue que, hors zone broierie, le site est compatible pour l'usage et l'aménagement projeté après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF et par la SERL. A l'issue des travaux, il est préconisé de façon générale de vérifier les teneurs résiduelles après réalisation des travaux de dépollution pour confirmation de la compatibilité d'usage.</p> <p>Dans le cas où l'abattement n'assurerait pas la comptabilité sanitaire, des mesures de gestion seront préconisées (travaux complémentaires par sparging / venting par exemple, mise en place de vide sanitaire, ventilation, géomembrane, ...).</p> <p><u>Evaluation des mesures de gestion</u></p> <p>Le site ayant déjà fait l'objet de travaux de dépollution historiques, une étude sanitaire a été réalisée par ABO-ERG ENVIRONNEMENT afin de vérifier la compatibilité actuelle du site d'étude vis-à-vis des projets d'aménagements envisagés. Suite à cette étude, il est mis en évidence que le site est compatible sanitaire avec le projet d'aménagement, uniquement par l'exclusion des matériaux retrouvés au droit du piézair Pr02, dont les impacts mesurés dans les gaz du sol ne sont pas compatibles avec l'usage résidentiel prévu.</p> <p>Au regard de l'incompatibilité sanitaire du site en lien avec les pollutions ayant été retrouvées au droit du secteur du piézair Pr02, les mesures de gestion identifiées par ABO-ERG ENVIRONNEMENT ont aboutie aux terrassements des matériaux impactés en COHV (couplé avec des anomalies hydrocarbonées).</p> <p>A l'issue des terrassements, ABO-ERG ENVIRONNEMENT réalisera des prélèvements de gaz des sols afin de vérifier la compatibilité sanitaire. En cas de résultats incompatibles, la poursuite des terrassements pourra être</p>

	<p>demandé. Les pollutions retenues représentent un volume total de 700 m³, sur une profondeur maximum évaluée à 1,5 m.</p> <p>Il apparaît que les remblais sont globalement constitués d'éléments fins, une solution de criblage pourrait être envisagée à partir d'un refus de crible de 20 mm (tri de 5 à 40 %), en complément des terrassements de mise en conformité du site.</p> <p>Au vu du tableau de synthèse établi précédemment, le bilan coûts/avantages met en avant les 2 scénarios ont une note globale de 242/245 (4.9/5). Ces 2 scénarios restent tout autant envisageables l'un que l'autre. Les coûts associés aux scénarios 1 sont estimés entre 89 à 137 k€ HT et ceux associés au scénario 2 sont estimés entre 80 à 123 k€ HT (hors frais généraux et frais fixes de chantier, mission de maîtrise d'œuvre, etc...).</p>
<p>SYNTHESE DE LA GESTION DES FUTURS DEBLAIS</p>	<p><u>Gestion des anomalies métalliques superficielles</u> Au droit des futurs EV, il est préconisé de mettre en place un recouvrement pérenne des sols de surface sur l'ensemble des zones non bâties, par des matériaux d'apport (30 cm de terres saines constatés après compactage) ou un revêtement minéral après terrassements et mise en place d'un géotextile. Pour des contraintes de topographie, il ne sera pas toujours possible de mettre en œuvre les matériaux sains au-dessus des sols déjà existants.</p> <p><u>Gestion des déblais liés aux aménagements</u> Les hypothèses projet validée par la MOA reposent sur des terrassements de 1 m au droit des futurs bâtiments de pleins pieds, de 3 m au droit des futurs sous-sol et de 30 cm au droit des futurs EV. Les estimations ne tiennent pas compte des déblais inertes. L'estimation des volumes et des coûts de gestion des futurs déblais non inertes liés au projet au droit des différents lots privés sont présentés au sein du Chapitre 11.2. Les volumes indiqués pourront faire l'objet d'optimisation à l'avancement des travaux de terrassements via des analyses complémentaires en phase chantier.</p> <p><u>Bassin d'infiltration</u> Les investigations réalisées mettent en évidence des anomalies en polluants sur éluat, limitant les possibilités d'infiltration au droit de l'ilot 8. Il conviendra donc de réaliser des investigations complémentaires au droit des espaces verts de l'ilot 8 afin de déterminer au mieux les possibilités d'implantation de ces bassins d'infiltration. Concernant les autres zones d'infiltration réparties au droit de la friche, il est mis en évidence des sols de qualité chimique compatible avec une ré-infiltration des eaux pluviales sur site (entre des profondeurs de 0 à 3 m).</p> <p><u>Granulométrie</u> Il apparaît que les remblais sont globalement constitués d'éléments fins, une solution de criblage pourrait être envisagée à partir d'un refus de crible de 20 mm (tri de 5 à 40 %).</p>
<p>MESURES DE GESTION COMPLEMENTAIRES</p>	<p><u>Sélection des dispositions constructives</u> -Recouvrement des espaces non revêtus par à minima 30 cm de terres végétales saines ; -Compte tenu des pollutions identifiées dans les gaz des sols, notamment en COHV, il conviendra de concevoir des réseaux d'adduction en eau potable empêchant la perméation des composés volatils (matériaux en acier) au droit des zones concernées par cette problématique ; -Il est préconisé de façon générale de vérifier les teneurs résiduelles après réalisation des travaux de dépollution pour confirmation de la compatibilité d'usage par le biais d'une Analyses des Risques Résiduels (ARR) ; -Dans le cas où l'abattement n'atteindrait pas les niveaux escomptés, des mesures de gestion seront préconisées (de type vide sanitaire, ventilation, géomembrane, ...).</p> <p><u>Identification des restrictions d'usage adaptées aux enjeux</u> Les restrictions du dossier de SUP porteront sur les usages et activités possibles et préciseront que tout autre usage selon les secteurs sera soumis à études complémentaires préalables. En ce qui concerne les cultures potagères sur le site, qui ne sont pas exclues, l'hétérogénéité des anomalies métalliques superficielles incite à préconiser une vérification au cas par cas au droit des lots privés pour vérifier la possibilité d'implanter des cultures potagères et/ou des arbres fruitiers au regard de la qualité local des milieux dans la zone prévue.</p> <p><u>Qualité géotechnique des sols</u> ABO-ERG Environnement tient à mettre en garde la SERL sur l'impact des sur-terrassements causés par la prise en charge matériaux impactés. En effet, les matériaux localisés au-delà d'un mètre de profondeur, au droit de zones du projet prévues avec un terrassement d'un mètre uniquement, seront susceptibles de causer une problématique géotechnique quant à la déstructuration des sols en place. Il conviendra donc lors de la réalisation des travaux de dépollution, et du rebouchage des fouilles, d'assurer un contrôle de la compatibilité géotechnique des sols remis en place. Ces zones travaux devront être gardées en mémoire afin qu'elles soient prises en compte lors de la réalisation des études géotechniques.</p> <p><u>Conservation en mémoire</u> Conservation en mémoire des anomalies qui seraient maintenues en place.</p>
<p>Cette synthèse non technique, volontairement simplificatrice, fait partie intégrante et est indissociable de notre rapport. Pour une bonne compréhension du présent document, une lecture intégrale de ce dernier est nécessaire.</p>	

SOMMAIRE

SYNTHESE NON TECHNIQUE	2
SOMMAIRE.....	4
LISTE DES TABLEAUX	7
LISTE DES FIGURES	8
PRINCIPALES ABREVIATIONS EMPLOYEES	9
1 INTRODUCTION	10
1.1 Contexte	10
1.2 Cadre de la Mission « Diagnostic de pollution des sols »	10
2 SOURCES D’INFORMATION	12
3 CARACTERISTIQUES DU SITE ET DE SES ALENTOURS	13
3.1 Caractéristiques générales de la zone d’étude	13
3.2 Présentation des usages et aménagement actuels du site d’étude	16
3.3 Présentation du projet d’aménagement	18
4 SYNTHESE DES INVESTIGATIONS TESORA 2022	19
4.1 Synthèse du plan de gestion de TESORA – Juin 2022	19
4.1.1 Synthèse des seuils de réhabilitation.....	19
4.1.2 Analyses des risques résiduels	19
4.2 Synthèse de la note de TESORA – Novembre 2022	19
4.2.1 Investigations complémentaires des sols	20
4.2.2 Résultats des analyses des sols	20
4.2.3 Solutions de gestion proposées par TESORA	23
4.2.4 Conclusions et recommandations de TESORA	23
4.3 Synthèse du suivi des eaux souterraines de TESORA – Novembre 2022	23
4.3.1 Contexte et objectifs de l’étude.....	23
4.3.2 Investigations sur les eaux souterraines	25
4.4 Commentaires par ABO-ERG ENVIRONNEMENT	25
4.4.1 Réhabilitation par SNCF Réseau.....	25
4.4.2 Cartographie des zones à réhabiliter et cubatures associées.....	26
5 SYNTHESE DES INVESTIGATIONS ABO-ERG 2022-2023	30
5.1 Synthèse des investigations réalisées	30
5.1.1 Investigations du milieu SOL.....	30
5.1.2 Investigations du milieu GAZ DES SOLS	31
5.1.3 Investigations du milieu EAUX SOUTERRAINES	31
6 SYNTHESE DE L’ETAT DES MILIEUX	32
6.1.1 Conclusion sur le milieu SOL	32
6.1.2 Conclusion sur le milieu SOL GAZ DES SOLS.....	32
6.1.3 Conclusion sur le milieu EAUX SOUTERRAINES.....	32
7 SCHEMA CONCEPTUEL D’EXPOSITION CONSTATE	33
8 MESURES D’URGENCE OU DE PREVENTION	34

9	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES ET ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS PREDICTIVE (HORS ZONES DE REHABILITATION SNCF)	35
9.1	Méthodologie générale de l'étude de risques sanitaires	35
▪	Sélection des voies d'exposition	36
▪	Sélection des substances	37
9.2	Choix des VTR	38
9.3	Évaluation des expositions	38
9.4	Modélisation des transferts de substances volatiles du sol à l'air ambiant du bâtiment	39
9.5	Quantification des risques sanitaires	39
9.6	Résultats pour l'exposition aux substances volatiles issues des gaz du sol dans les bâtiments 40	
9.7	Conclusions	43
9.7.1	Cas n°1	43
9.7.2	Cas n°2	43
9.7.3	Cas n°3	43
9.8	Discussion des incertitudes	44
10	MESURES DE GESTION NECESSAIRES POUR RETABLIR LA COMPATIBILITE SANITAIRE DE LA ZONE BROIERIE	49
10.1	Les objectifs liés au site d'étude	49
10.2	Travaux de mise en compatibilité du site	50
10.3	Présélection des techniques pour mise en compatibilité sanitaire du site en fonction des substances rencontrées	50
10.4	Présélection des techniques de mise en compatibilité du site en fonction des contraintes du site	52
10.5	Scénario de gestion retenus	55
10.5.1	Traitement hors site : Scénario 1 - Évacuation hors site.....	55
10.5.2	Traitement sur site : Scénario 2 - Criblage des matériaux avant évacuation dans une optique d'optimisation des coûts de traitement.....	55
10.6	Analyses granulométriques	56
10.7	Coûts estimatifs des solutions envisagées	58
10.8	Bilan coût(s) / avantages	59
10.8.1	Discussion comparative sur les scénarios de gestion	59
10.8.2	Scénario 1 : Évacuation hors site des polluants organiques	60
10.8.3	Scénario 2 : Traitement sur site des polluants organiques	60
10.8.4	Mesures de gestion complémentaires.....	61
10.8.5	Synthèse du bilan coûts / avantages	62
10.9	Mise en garde sur l'évaluation des volumes	65
10.10	Mise en garde sur les scénarios	65
10.11	Détail des travaux de gestion des terres	65
10.11.1	Excavation et contrôle des travaux	65
10.11.2	Suivi du chantier	65
10.11.3	Élimination hors site des déblais	66
10.11.4	Récolement	66
10.12	Rappel de la réglementation sur les contraintes juridiques	66

11	MESURES DE GESTION – TERRES EXCAVEES EN LIEN AVEC LE PROJET D’AMENAGEMENT DU SITE D’ETUDE.....	68
11.1	Anomalies métalliques au droit des futurs espaces verts	68
11.1.1	Projet d’aménagement	68
11.1.2	Gestion des anomalies métalliques	68
11.2	Gestion des déblais liés au projet d’aménagement	69
11.3	Bassins d’infiltration	75
11.4	Analyses granulométriques.....	75
12	CONCLUSION ET PRECONISATIONS	76
12.1	Contexte	76
12.2	Evaluation des risques sanitaires.....	76
12.3	Evaluation des mesures de gestion.....	78
12.3.1	Contexte.....	78
12.3.2	Travaux de mise en compatibilité du site	78
12.3.3	Granulométrie.....	78
12.3.4	Pré-sélection des techniques pour mise en compatibilité du site	78
12.4	Gestion de déblais liés aux projets d’aménagement	79
12.4.1	Gestion des anomalies métalliques superficielles et préconisations	79
12.4.2	Gestion des déblais liée au projet d’aménagement	79
12.4.3	Bassins d’infiltration	79
12.4.4	Granulométrie.....	79
12.5	Dispositions constructives	79
12.6	Préconisations générales	80
12.7	Limites de l’étude	81
ANNEXES 82		
A1.	DONNEES GENERALES SUR LE SITE	82

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Principales abréviations employées	9
Tableau 2 : Informations fournies par le Donneur d'Ordre.....	12
Tableau 3 : Caractéristiques générales du site	13
Tableau 4 : Synthèse des seuils de réhabilitation (Source : Rapport n°A22.2263.A.V4)	19
Tableau 5 : Détail des volumes par maille (Source : Rapport n°A22.2263.A.V4).....	19
Tableau 6 : Volumes de terres impactées mis à jour sur la zone broierie (Source : Note TESORA – Novembre 2022)	20
Tableau 7 : Synthèse des volumes impactés par zone (Source : Note TESORA – Novembre 2022)	20
Tableau 8 : Synthèse des volumes impactés par zone calculés par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (1/3).....	27
Tableau 9 : Synthèse des volumes impactés par zone calculés par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (2/3).....	28
Tableau 10 : Synthèse des volumes impactés par zone calculés par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (3/3).....	28
Tableau 11 : Synthèse des volumes à gérer	29
Tableau 12 : Schéma conceptuel d'exposition constaté.....	34
Tableau 13 : Teneurs retenues dans les gaz des sols pour l'exposition sur le site	38
Tableau 14 : Budget espace-temps retenu pour un usage de type résidentiel	39
Tableau 15 : Niveaux de risque pour l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol dans les futurs bâtiments – CAS n°1.....	40
Tableau 16 : Niveaux de risque pour l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol dans les futurs bâtiments - CAS n°2	41
Tableau 17 : Niveaux de risque pour l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol dans les futurs bâtiments – CAS n°3.....	42
Tableau 18 : Lois de distribution utilisées pour l'étude d'incertitude	45
Tableau 19 : Résultats de l'analyse de sensibilité sur les niveaux de risque liés à l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol au RdC du bâtiment à usage résidentiel	46
Tableau 20 : Contribution des différents paramètres à la variance	47
Tableau 21 : Estimation des volumes de pollutions concentrées suite aux résultats analytiques de l'ensemble des diagnostics de sols	50
Tableau 22 : Présélection des techniques de dépollution en fonction des contraintes et caractéristiques du site	53
Tableau 23 : Résultats analytiques – Criblage des matériaux	57
Tableau 24 : Description des solutions envisagées.....	58
Tableau 25 : Fourchettes d'estimation des coûts filières	59
Tableau 26 : Coûts de gestion – Scénario 1.....	60
Tableau 27 : Coûts de gestion – Scénario 2.....	60
Tableau 28 : Bilan Coûts – Avantages (BCA) - GESTION DES FUTURS DEBLAIS GENERES PAR LES OPERATIONS D'AMENAGEMENT DU SITE.....	62
Tableau 29 : Principaux enjeux juridiques (non exhaustifs).....	67
Tableau 30 : Calculs estimatifs des coûts liés aux déblais non inertes générés par l'aménagement de chaque lot privé.....	70

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Vue aérienne actuelle du site d'étude.....	15
Figure 2 : Usages et aménagements actuels sur la ZAC La Saulaie.....	17
Figure 3 : Cartographie de l'impact en COHV sur la zone H6 sur l'horizon 0-2 m.....	21
Figure 4 : Cartographie de l'impact en COHV sur la zone H6 sur l'horizon 2-3 m.....	21
Figure 5 : Cartographie de l'impact en COHV sur la zone H6 sur l'horizon 4-6 m.....	21
Figure 6 : Cartographie de l'impact en HCT sur la zone H6 sur l'horizon 0-3 m.....	21
Figure 7 : Cartographie de l'impact en HCT sur la zone H6 sur l'horizon 3-4 m.....	22
Figure 8 : Cartographie des impacts sur les zones H40 (horizon de sol 0-1 m) et H53 (horizon de sol 0-2 m).....	22
Figure 9 : Localisation des piézomètres (Source : Rapport TESORA Affaire n°A22.2263.A.V1 Suivi eaux souterraines).....	24
Figure 10 : Carte piézométrique (Source : Rapport TESORA Affaire n°A22.2263.A.V1 Suivi eaux souterraines).....	25
Figure 11: Schéma de maillage et profondeur à atteindre par maille.....	26
Figure 12 : Démarche générale de l'évaluation des risques sanitaires.....	36
Figure 13 : Présélection des techniques de dépollution (source rapport BRGM/RP-57708-FR)	51

PRINCIPALES ABREVIATIONS EMPLOYEES

Tableau 1 : Principales abréviations employées

Abrév.	Définition
AM	Arrêté Ministériel
ASPITET	Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail : http://www.anses.fr/ L VTR sont disponibles sur le site internet, via le lien VTR
ARIA	Analyse Recherche et Information sur les Accidents
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
DICT	Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement
ETM	Eléments traces métalliques
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT	Hydrocarbures Totaux
ICPE	Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement
IGN	Institut géographique national
INRA	Institut National de Recherche Agronomique
ISDD	Installation de stockage de déchets dangereux
ISDI	Installation de Stockage de Déchets Inertes
ISDND	Installation de Stockage de Déchets non Dangereux
ML	Métaux lourds
MS	Matière Sèche
NGF	Nivellement général de France
PCB	Polychlorobiphényles
PID	Détecteur à photo ionisateur
RMQS	Réseau de Mesures de la Qualité des Sols
SPP	Source Potentielle de Pollution
SIS	Secteurs d'Information sur les Sols
/TN	Par rapport au Terrain Naturel
As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Ba, Mo, Sb, Se	Arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc, mercure, baryum, molybdène, antimoine, sélénium

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Le groupe SERL a sollicité ABO-ERG ENVIRONNEMENT pour la réalisation d'une mission d'investigations complémentaires des milieux Sol, Eaux Souterraines et Gaz du sol au sein de la ZAC La Saulaie, sur la commune d'Oullins (69 600). Pour rappel, la ZAC La Saulaie consistera en une programmation urbaine mixte devant accueillir des logements, des activités tertiaires, des équipements tels qu'un groupe scolaire (GS), des parcs d'activités sportives et nautiques, un centre technique municipal (CTM) et des espaces extérieurs.

Dans le cadre du présent rapport, l'objectif principal de la mission est de vérifier la compatibilité sanitaire du site en ce qui concerne le risque inhalation dans les futurs bâtiments prévus par le projet d'aménagement, et de réaliser un Plan de Gestion des terres excavées induites par la présence de futurs terrassements.

Notre intervention a porté sur un terrain d'une superficie d'environ 67 000 m², répartis sur les parcelles cadastrales n°196, 239 (pour partie), 294 à 300, 302 à 304, 306 et 307 de la section cadastrale AM (voir localisation du site, plan cadastral et plan du périmètre d'étude en **annexes A1.1 à A1.3**). Seuls les terrains en friche font l'objet des investigations du présent rapport.

Cette étude intervient suite à la réalisation :

- d'une synthèse environnementale reposant sur une étude historique et documentaire ainsi qu'une synthèse des études antérieures existantes réalisées par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (rapport référencé 22LES066Aa/ENV/GBS/IRT-49589 en date du 20/09/2022) ;
- du diagnostic environnemental des milieux sol, gaz des sols et eaux souterraines, réalisé par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (rapport référencé 22LES066Ac/GBS/IRT/49590 en date du 21/09/2022 et mis à jour en date du 27/04/2023).

En parallèle de la présente étude, la société SNCF Réseau s'est vu demander la remise en état de trois zones localisées au droit du site, sur les anciens ateliers du matériel d'Oullins Voitures (AMOV), par arrêté préfectoral du 14/10/2021. Afin de répondre à ses obligations réglementaires, SNCF Réseau a missionné TESORA pour la réalisation d'un diagnostic de la qualité des milieux et d'un plan de gestion Affaire n°A22.2263.A.V4 daté du 21/06/2022 afin de définir l'étendue des impacts et la stratégie de réhabilitation (pour un usage similaire à sa dernière utilisation). Ce plan de gestion a été mis à jour dans une note de TESORA datée du 03/11/2022. En parallèle de cette note, un suivi environnemental des eaux souterraines a été réalisé et exposé au sein du rapport n°A22.2263.A.V1 daté du 21/11/2022.

La gestion de ces 3 zones où des pollutions concentrées ont été identifiées est de la responsabilité de SNCF Réseau et ne concerne donc pas la présente étude.

La présente étude a pour objectifs de :

- Définir la compatibilité sanitaire du site avec l'usage projeté par le biais d'une évaluation des risques sanitaires (EQRS),
- Réaliser un Plan de Gestion des terres excavées (pré-orientation des futurs déblais liés au projet d'aménagement ; bilan des surcoûts associés à la gestion des terres non inertes).

La méthode s'appuie point par point sur les préconisations du guide relatif aux Modalités de gestion et de réaménagement des sites et sols pollués établies par le MEEDDAT le 8 février 2007 et mises à jour en avril 2017.

1.2 Cadre de la Mission « Diagnostic de pollution des sols »

La présente mission aura pour base normative le document NF X 31-620 (version de décembre 2021) : Qualité du sol – prestations de services relatives aux sites et sols pollués :

- Partie 1 : Exigences générales.
- Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle.
- Partie 3 : Exigences dans le domaine des prestations d'ingénierie des travaux de réhabilitation.

La codification, pour tout ou partie, de la présente mission au sens de la norme NF X 31-620 est pour les offres de prestations élémentaires :

CODE	OFFRES DE PRESTATIONS ELEMENTAIRES	OBJECTIFS
Diagnostic de l'état des milieux		
A320	Analyses des enjeux sanitaires	Analyse des enjeux sanitaires. Evaluer les risques sanitaires en fonction des contextes de gestion.
A330 (partielle)	Identifications des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts / avantages	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages. Proposer les options de gestion présentant le bilan coûts/avantages le plus adapté.

Toute prestation non décrite dans les offres présentées ci-dessus, est exclue de notre mission.

De plus, notre mission à caractère « environnemental » n'aborde pas les problématiques Géotechniques.

2 SOURCES D'INFORMATION

Les informations portées à la connaissance d'ABO-ERG ENVIRONNEMENT pour la bonne réalisation de la présente mission sont listées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Informations fournies par le Donneur d'Ordre

Intitulé	Émetteur	Date	Nb de page / de Pièce
Etude historique Rapport R-6083991-V02	Tauw France	21/05/2013	494 / 1
Synthèse du site des AMOV et vérification de la compatibilité du site avec les usages prévus Rapport R-6091313-V03		05/06/2014	120 / 1
Etude d'impact – Création de ZAC	Métropole de Lyon	07/2017	298 / 1
Diagnostic pollution Rapport 8513493 R2V2	Artelia	01/2018	411 / 1
PLAN ZAC – Usage projetés	-	-	1 / 1
Plan topographie générale	-	25/03/2022	1 / 1
Plan d'exécution Construction d'une maison du projet	MARTEL GROUPE	14/06/2022	1 / 1
Plan de gestion Affaire n°A22.2263.A.V4	TESORA	21/06/2022	176 / 1
Diagnostic de la qualité des milieux Affaire N°A22.2263.A.V2		17/06/2022	216 / 1
22LES066Aa/ENV/GBS/IRT/49589 Synthèse des études antérieures existantes - Elaboration du schéma conceptuel de la zone d'étude et indentification des enjeux à protéger	ABO-ERG ENVIRONNEMENT	20/09/2022	117 / 1
22LES066Ac/GBS/IRT/49590 Diagnostic environnemental des milieux sols, eaux souterraines et gaz des sols		21/09/2022 mis à jour le 27/04/2023	327 / 1
Plans projet avec les différences de niveaux du projet ; implantation provisoire des espaces publics ; projet d'aménagement des différents lots	INGEROP	04/11/2022	1 / 10
Note <i>Document de mise à jour du Plan de Gestion de TESORA</i>	TESORA	03/11/2022	72 / 1
Suivi environnemental des eaux souterraines n°A22.2263.A.V1		21/11/2022	44 / 1

A noter que les deux derniers documents cités ont été communiqué à ABO-ERG ENVIRONNEMENT le 14/03/2023, après réalisation des investigations complémentaires sur site.

3 CARACTERISTIQUES DU SITE ET DE SES ALENTOURS

La localisation du site sur fond de photographie aérienne, IGN et cadastre est présentée respectivement en **annexes A1.1 à A1.3**.

3.1 Caractéristiques générales de la zone d'étude

Tableau 3 : Caractéristiques générales du site

Caractéristiques générales du site	Synthèse des informations collectées	Sources d'informations
Situation	<p>Le périmètre de la ZAC Saulaie se trouve sur les communes d'Oullins (69 600) et de La Mulatière (69 350) d'une superficie d'environ 21 hectares et correspond aux parcelles cadastrales suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Section AM, parcelles cadastrales 2 à 5, 9, 10, 12, 14, 15 (pour partie), 16, 18 (pour partie) à 26, 28 à 32, 36, 37, 56, 68, 83 à 85, 89, 91, 128, 129 (pour partie), 149, 152, 153, 164 à 171, 173, 196, 206 (pour partie), 208 à 210, 214 (pour partie) 215, 218, 219, 221, 223, 237 à 239, 255 à 257. - Section AN : parcelles cadastrales 20, 21, 65, 127 à 129 (pour partie). - Section AL, parcelles cadastrales 21, 23, 24, 26, 27, 30 à 35, 44 à 46, 225 (pour partie), 226 (pour partie), 227 (pour partie), 228 (pour partie), 230 (pour partie), 231 (pour partie), 232 (pour partie), 234 (pour partie), 235 (pour partie), 236 (pour partie), 237, 294 (pour partie), 515, 517, 527, 549, 550 (pour partie). <p>Le site d'étude lié au présent rapport correspond aux parcelles cadastrales n°196, 211 (pour partie), 255 (pour partie) et 256, de la section cadastrale AM uniquement.</p> <p>La topographie du site présente une légère pente entre le nord est et le nord -ouest du site passant de 166 à 164 m NGF. Le reste du site est relativement plat, autour de 164 m NGF.</p>	<p>www.cadastre.gouv.fr et visite du site</p>
Situation administrative	<p>D'après le Plan Local d'Urbanisme des communes d'Oullins et de La Mulatière, qui a été révisé et intègre la politique de l'habitat (le PLU-h), la zone de la ZAC se situe dans les zones suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - UPp : zone fluviale ou portuaire ; - UCe3a : zone destinée à l'accueil de bâtiments d'habitation ou de bureaux. ; - A3 : zone agricole (la constructibilité y est limitée aux bâtiments à usage agricole et aux équipements collectifs ou de service public) ; - USP : zone urbaine de service public ; - AU1 : zone destinée à l'urbanisation (zone mixte habitat et économie et actuellement insuffisamment équipée). - Uei2 : zone regroupant les espaces qui accueillent des activités économiques, qu'elles soient tertiaires, artisanales ou industrielles. <p>Le site d'étude est localisé en zone AU1.</p>	<p>PLU-H du Grand Lyon</p>
Occupation actuelle	<p>La ZAC La Saulaie est actuellement occupé par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - En partie Nord : au Nord-Ouest par une voirie longeant l'Yzeron, au Nord par des habitations localisées de part et d'autre de l'Yzeron à cheval sur les communes d'Oullins et de La Mulatière, au Nord-Est par des habitations. - En partie Ouest (des parcelles 238 à 239 de la section AM) : la gare SNCF d'Oullins, comprenant la gare de métro, les voies SNCF et des zones de parkings ; 	<p>Visite de site</p>

Caractéristiques générales du site	Synthèse des informations collectées	Sources d'informations
	<ul style="list-style-type: none"> - Au centre (parcelles 221, 255, 256 et 196 de la section AM) : zones à l'état de friche et boisées, avec la présence de la gare routière d'Oullins sur la parcelle 221 section AM. - A l'Est : des habitations et des espaces végétalisés. <p>Le site à l'étude concerné par le présent rapport est à l'état de friche.</p>	
Utilisation des parcelles riveraines	<p>L'environnement immédiat du site d'étude est caractérisé par la présence des activités suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Au Nord : des habitations, - À l'Est : des habitations, et le parc d'activités des Saules (tertiaires), puis l'autoroute A7 et le Rhône, - Au Sud : par une zone à l'état de friche, - À l'Ouest : des logements, les gares de métro et routière d'Oullins, des espaces verts et un parking relais. 	Visite du site
Accès au site	L'accès au site peut s'effectuer en partie Ouest de la friche par la rue Dubois Crancé.	Visite du site
Type et nombre de population fréquentant le site	Actuellement le site est clôturé et sécurisé, toutefois il est régulièrement squatté.	Visite du site
Cadre réglementaire applicable (ICPE...)	<p>Le secteur d'étude a un passif industriel fort et correspond à une ancienne Zone Industrielle de la commune d'Oullins. De nombreux anciens sites industriels CASIAS sont référencés dans le secteur de la ZAC La Saulaie.</p> <p>Une mission de synthèse historique au sein de la ZAC La Saulaie est disponible au rapport référencé 22LES066Aa/ENV/GBS/IRT-49589 en date du 20/09/2022 réalisé par ABO-ERG ENVIRONNEMENT.</p> <p>Le site d'étude fait du partir du périmètre d'activité de l'ancien site CASIAS RHA6905252 - Ateliers de Voitures d'Oullins correspond également au site Infosols (ex-BASOL) SSP0011755 ; ancien site ICPE à autorisation pour ses activités de construction et d'entretien de matériel ferroviaire. Les AMOV se sont implantés au droit du site à partir de 1914. Les activités se sont progressivement arrêtées entre 1985 et 1990. Le site des AMOV a fait l'objet de travaux de réhabilitation de 2009 à 2012, suite aux différents impacts constatés sur la qualité des sols au droit du site.</p>	Synthèse historique ABO-ERG ENVIRONNEMENT

La figure suivante présente la localisation de la zone d'étude sur photographie aérienne.



Figure 1 : Vue aérienne actuelle du site d'étude

3.2 Présentation des usages et aménagement actuels du site d'étude

Le site a été visité le 27 juin 2022 en présence du représentant du groupe SERL, Monsieur Pierre LAVISSE. Une cartographie des éléments composant la ZAC La Saulaie, et notamment du site à l'étude, est disponible en Figure 2 ci-dessous.

Lors de la visite de site, il n'a pas été identifié de stockages aériens ou enterrés au droit du site.

Toutefois, il a été mis en évidence la présence :

- De traverses potentiellement créosotées au sein de la friche centrale,
- De multiples débris anthropiques (plastiques et divers),
- De débris stockés en tas.

Pour rappel, ces friches sont régulièrement squattées.

Aucun accident ou incident n'a été évoqué lors de la visite. Aucune trace visuelle de pollution n'a été observée lors de la visite.



Figure 2 : Usages et aménagements actuels sur la ZAC La Saulaie

3.3 Présentation du projet d'aménagement

La ZAC La Saulaie consistera en une programmation urbaine mixte devant accueillir des logements, des activités tertiaires, des équipements tels qu'un groupe scolaire (GS), des parcs d'activités sportives et nautiques, un centre technique municipal (CTM) et des espaces extérieurs.

Par ailleurs, il est à noter que des aménagements sont déjà présents sur la partie Ouest du site avec la gare de métro de Oullins (avec servitudes de tréfonds pour le passage profond du métro selon un axe Ouest-Est au droit du site d'étude) et les deux parkings relais associés, ainsi que des voiries de circulation (avenue Edmond Locard) traversant le site du Nord-Ouest au Sud-Est.

Le projet d'aménagement et le plan de masse AVP sont disponibles en **annexe A1.4**.

Il est rappelé que, conformément à la circulaire du 8 février 2007 relative à l'implantation sur des sols pollués d'établissements des populations sensibles, « la construction de ses établissements doit en principe être évitée sur des sites pollués, notamment lorsqu'il s'agit d'anciens sites industriels. [...] Toutefois, compte tenu de contraintes urbanistiques ou sociales, il peut advenir qu'un site alternatif non pollué ne puisse être choisi. Une telle impossibilité mérite néanmoins d'être étayée par un bilan des avantages et inconvénients des différentes options de localisation. »

Dans une telle situation, la circulaire propose au maître d'ouvrage un ensemble de mesures dont la mise en œuvre est fortement recommandée pour répondre aux enjeux de tels projets.

4 SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS TESORA 2022

4.1 Synthèse du plan de gestion de TESORA – Juin 2022

Le rapport de plan de gestion est référencé Affaire n°A22.2263.A.V4 et daté du 21/06/2022.

4.1.1 Synthèse des seuils de réhabilitation

A l'issue des différentes études statistiques et bilans massiques pour chaque contaminant du site, les seuils suivants de réhabilitation ont été définis par TESORA.

Tableau 4 : Synthèse des seuils de réhabilitation (Source : Rapport n°A22.2263.A.V4)

Contaminant	Seuils de réhabilitation		
	Analyse statistique (mg/kg)	Bilan massique (mg/kg)	Valeur retenue (mg/kg)
TCE	17,5	2,28	3
Somme des COHV	20,4	3,04	6
HCT C10-C40	1800	228	1 800

Le détail des volumes considérés comme sources concentrées (concentrations supérieures aux seuils de réhabilitation précités) est présenté au sein du tableau suivant. Ces volumes ne prennent pas en considération la réalisation des talus permettant d'atteindre les profondeurs souhaitées.

Tableau 5 : Détail des volumes par maille (Source : Rapport n°A22.2263.A.V4)

Sondages	Polluants	Horizon	Prof. (m)	Surface (m ²)	Volume impacté (m ³)	Commentaire	Volumes sains à terrasser (m ³)	Zone
H06, T111, T112, T114	TCE/PCE/HCT	0-2 m	2	53	106		0	Broierie
T111	TCE/PCE	0-2 m	2	51	102	Incertitudes	0	Broierie
H06	HCT	2-3 m	1	11	11		0	Broierie
T114	HCT	2-3 m	1	16	16	Incertitudes	0	Broierie
T113	HCT	3-4 m	1	47	47		141	Broierie
T114	TCE/PCE/HCT	4-6 m	2	16	32		16	Broierie
T109/H62	TCE/PCE	0-3 m	3	55	165	-	0	Broierie Hors site
T109/H62	PCE/TCE	0-3 m	3	48	144	Incertitudes	0	Broierie Hors site
H40	TCE	0-1 m	1	95	95	-	0	H40
H40	HCT	0-1 m	1	99	99	-	0	H40
H53	COHV (TCA)	0-2 m	2	71	142	-	0	H53

4.1.2 Analyses des risques résiduels

TESORA a calculé les risques sanitaires sur la base des concentrations maximales actuellement observées dans les gaz du sol ou modélisées depuis les sols vers les gaz du sol. Les résultats des calculs de risques indiquent, pour un usage industriel, des niveaux de risques sanitaires acceptables pour la voie d'exposition par inhalation de substances volatiles toxiques en intérieur.

4.2 Synthèse de la note de TESORA – Novembre 2022

Suite à la présentation du plan de gestion réalisé par TESORA en juin 2022, la DREAL a émis des réserves concernant des incertitudes sur l'extension de la pollution hors du site d'étude pour la zone broierie. Par conséquent, SNCF Réseau a missionné TESORA pour la réalisation d'un diagnostic complémentaire sur les sols.

Les enjeux de cette mission sont de délimiter l'extension latérale de la pollution qui s'étend hors site et mettre à jour le plan de gestion en tenant compte de ces résultats. La mise à jour du plan de gestion a été communiquée sous forme de note (document sans référence daté du 03/11/2022) qui a été transmise à ABO-ERG en date du 14/03/2023.

4.2.1 Investigations complémentaires des sols

Au vu des pollutions mises en évidence et des incertitudes quant aux extensions de celles-ci, le détail des investigations complémentaires réalisées par TESORA dans les sols est présenté sur le plan ci-dessous.

Les sondages ont été réalisés à la géoprobe en carottage sous gaine jusqu'à 5 m de profondeur, le 12 octobre 2022 par la société ASTARUSCLE Environnement. Compte-tenu de la problématique COHV du site, des prélèvements « MACAOH » sont préconisés, comme recommandé par les guides « Diagnostics de site » (BRGM) et MACAOH « zone source » (ADEME) et la norme NF ISO 22155.

Les investigations ont porté uniquement sur la zone Broirie.

Des remblais sableux graveleux beiges ou noirs ont été observés jusqu'à 1 ou 2 mètres de profondeur, puis des sables limoneux et des alluvions jusqu'à 5 mètres de profondeur. La nappe est rencontrée entre 4 et 5 m de profondeur.

4.2.2 Résultats des analyses des sols

Les résultats d'investigations ont permis à TESORA de lever les incertitudes identifiées lors du précédent diagnostic. Ainsi, il est possible de délimiter l'extension de la pollution en COHV à l'extérieur du site et au sud de la zone.

Les volumes de terres impactées ont également été mis à jour.

Tableau 6 : Volumes de terres impactées mis à jour sur la zone broirie (Source : Note TESORA – Novembre 2022)

Sondages	Polluants	Horizon	Surface (m ²)	Volume impacté (m ³)	Volume sain à terrasser (m ³)	Zone
H06, T114	TCE/PCE/HCT	0-2 m	27	54	0	Broirie
T111, T112	TCE/PCE	0-2 m	39	78	0	Broirie
H06, T114	HCT	2-3 m	27	27	0	Broirie
T113	HCT	3-4 m	48	48	144	Broirie
T114	TCE/PCE	4-6 m	16	32	16	Broirie
T109, H62, T202	TCE/PCE	0-2 m	105	210	0	Broirie hors-site
T109, H62	PCE/TCE	2-3 m	44	44	0	Broirie hors-site

Ainsi, par le biais des investigations complémentaires, la pollution concentrée en zone Broirie estimée par TESORA est passée de 314 à 239 m³ sur site et de 309 à 254 m³ hors site.

Tableau 7 : Synthèse des volumes impactés par zone (Source : Note TESORA – Novembre 2022)

	Volume impacté (m ³)	Volume sain à terrasser (m ³)
Broirie	239	160
Broirie hors site	254	0
H40	194	0
H53	142	0
Volume total impacté sur site	575 m³	
Volume total impacté hors site	254 m³	

Les emprises cartographiques des zones impactées en COHV et composés hydrocarbonés aux différentes profondeurs sont présentées ci-après.

Les figures ci-dessous sont extraites de la Note TESORA du 03/11/2022 et représente le plan de maillage par horizon.



Figure 3 : Cartographie de l'impact en COHV sur la zone H6 sur l'horizon 0-2 m



Figure 4 : Cartographie de l'impact en COHV sur la zone H6 sur l'horizon 2-3 m



Figure 5 : Cartographie de l'impact en COHV sur la zone H6 sur l'horizon 4-6 m



Figure 6 : Cartographie de l'impact en HCT sur la zone H6 sur l'horizon 0-3 m



Figure 7 : Cartographie de l'impact en HCT sur la zone H6 sur l'horizon 3-4 m

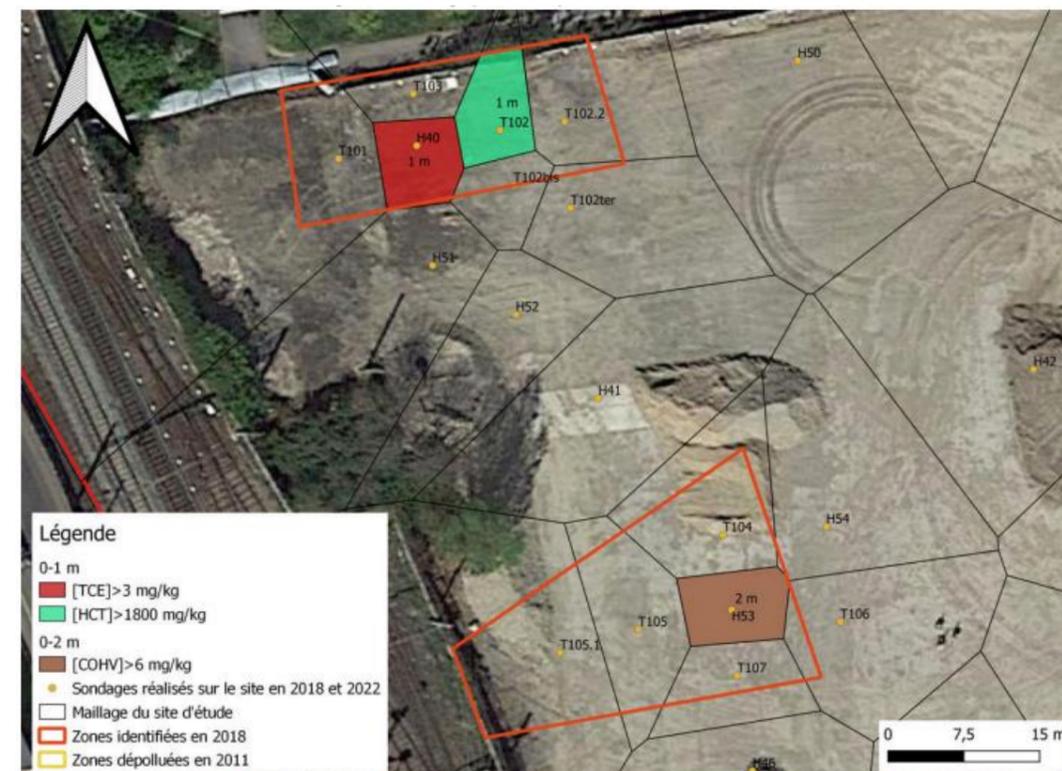


Figure 8 : Cartographie des impacts sur les zones H40 (horizon de sol 0-1 m) et H53 (horizon de sol 0-2 m)

4.2.3 Solutions de gestion proposées par TESORA

Dans le plan de gestion réalisé par TESORA, à l'issue du bilan coûts-avantages, il a été retenu 2 solutions de gestion selon que la pollution soit sur site ou hors site :

- Pollution sur site (cas des zones H40, H53 et broierie dans l'emprise du site) :
 - o Excavation et évacuation en biocentre des terres impactées ;
- Pollution hors site (cas de la zone broierie hors site) :
 - o Dans un 1er temps, maintien de la pollution en place avec établissement d'un dossier de restriction d'usage ;
 - o Lors de la réalisation des travaux d'aménagement du secteur, afin de mutualiser les opérations : excavation et évacuation en biocentre des terres impactées.

Concernant cette dernière partie, il est à noter que des échanges entre la SNCF et le propriétaire de la zone ont été menés en parallèle des études pour confirmer l'accord du propriétaire pour la conservation temporaire de la pollution en place hors site (sous voirie) et pour une gestion ultérieure de celle-ci lors de travaux d'aménagement de ce secteur afin de permettre de mutualiser les interventions d'aménagement sur la voirie et de dépollution des sols.

Les résultats des investigations présentés plus haut ne changent pas ces propositions. Ils permettent, en revanche, d'affiner les volumes en gestion et les coûts associés.

4.2.4 Conclusions et recommandations de TESORA

Dans le cadre de la réalisation d'un plan de gestion pour la réhabilitation d'un site, la SNCF a fait réaliser par TESORA, suite à la demande de la DREAL, des investigations complémentaires sur les sols afin de lever les incertitudes sur l'extension de la pollution sur la zone de broierie et son étendue en dehors site et d'affiner les coûts de réhabilitation.

Les investigations sur les sols ont permis d'atteindre ces objectifs. Ainsi, les volumes de terres impactés ont pu être déterminés.

Les résultats des investigations complémentaires ne remettent pas en cause les solutions de gestion retenues, qui sont les suivantes, mais en affinent les coûts :

- La solution de gestion proposée pour les zones sources de pollution concentrée sur site (H40, H53 et H06) consiste en une excavation et évacuation hors site en filière adaptée (biocentre) des matériaux impactés. Les matériaux non-impactés pourront être remblayés sur site.
- Concernant le panache de pollution en COHV qui s'étend hors site, l'évaluation des risques sanitaires indique une compatibilité sanitaire pour usage tertiaire de l'état des milieux. Ainsi, il est préconisé de maintenir la pollution sous la voirie et d'instaurer des restrictions d'usages dont la forme sera à évaluer pour la conservation de la mémoire et encadrer d'éventuels travaux futurs au droit. En cas de travaux prévus sur la voirie, cependant, il est recommandé d'intervenir pour retirer la source de pollution (excavation et évacuation en filière adaptée).

4.3 Synthèse du suivi des eaux souterraines de TESORA – Novembre 2022

Le rapport de diagnostic des eaux souterraines est référencé Affaire n°A22.2263.A.V1 et daté du 21/11/2022.

4.3.1 Contexte et objectifs de l'étude

Suite à la présentation du plan de gestion en juin 2022, la DREAL a émis des réserves concernant une éventuelle contamination des eaux souterraines et a préconisé une campagne de suivi des eaux souterraines avant, pendant et après les travaux de réhabilitation pour la zone de la « broierie ». Par conséquent, SNCF Réseau a missionné TESORA pour la réalisation d'un diagnostic sur les eaux souterraines, qui pourra faire l'objet de premier rapport de suivi des eaux souterraines avant travaux.

L'enjeu de cette mission est de vérifier si la pollution présente dans les sols a pu contaminer les eaux souterraines (transfert depuis les sols vers les Eaux Souterraines au droit de la zone Broierie).



Figure 9 : Localisation des piézomètres (Source : Rapport TESORA Affaire n°A22.2263.A.V1 Suivi eaux souterraines)

Les investigations ont reposé sur la mise en place de 3 piézomètres à 8 mètres de profondeur, installés par TESORA de part et d'autre de la source de pollution.

Durant les investigations, il a été mis en évidence la lithologie suivante :

- Remblais sableux noirs de 0 à 2 mètres ;
- Sables limoneux et alluvions jusqu'à 5 mètres.

La carte piézométrique réalisée à partir des mesures effectuées le 27 octobre 2022 est présentée sur la Figure ci-dessous.

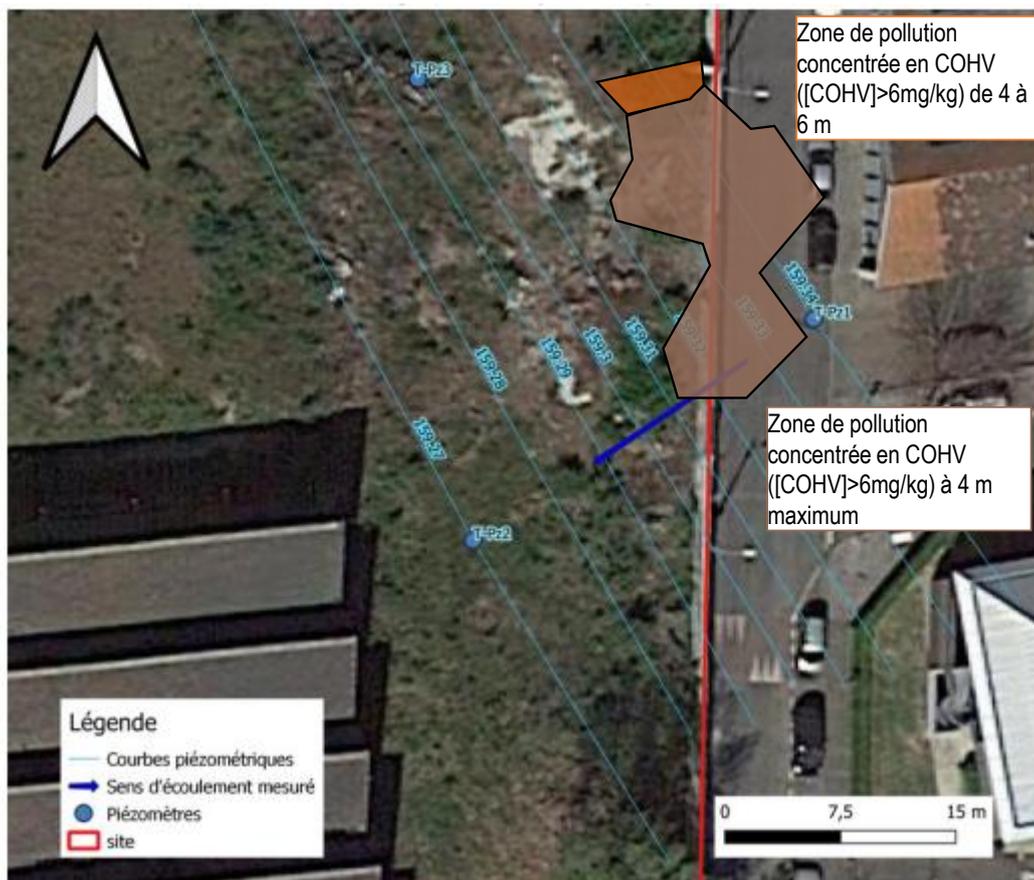


Figure 10 : Carte piézométrique (Source : Rapport TESORA Affaire n°A22.2263.A.V1 Suivi eaux souterraines)

ABO-ERG ENVIRONNEMENT précise qu'à la lecture de la carte piézométrique d'octobre 2022, il semblerait que l'ouvrage TPZ2 ne soit pas parfaitement en aval hydraulique des pollutions concentrées en profondeur observées au niveau de la maille T114. Il conviendrait de réaliser de nouvelles campagnes afin de vérifier l'évolution des sens d'écoulement probablement variables dans la zone afin de s'assurer de caractériser l'aval hydraulique.

4.3.2 Investigations sur les eaux souterraines

Les prélèvements d'eau ont été réalisés le 26 octobre 2022. Les prélèvements ont été réalisés sur le site pour TPZ2 et TPZ3 et hors site sur la voirie pour TPZ1. Les prélèvements ont été effectués en premier lieu au droit du piézomètre TPZ2, localisé en aval hydraulique lors de cette campagne et se sont poursuivis sur les piézomètres TPZ1 et TPZ3. Les échantillons d'eau ont été analysés pour l'ensemble des composés problématiques du site à savoir COHV ; HAP ; HCT C10-C40 ; BTEX.

Les résultats d'analyses mettent en évidence une absence de détection de l'ensemble des composés analysés, y compris les COHV, pour l'ensemble des prélèvements.

TESORA précise que de nouvelles campagnes de prélèvements des eaux souterraines devront être réalisées pendant et après les travaux de dépollution.

4.4 Commentaires par ABO-ERG ENVIRONNEMENT

4.4.1 Réhabilitation par SNCF Réseau

Dans la note visant à mettre à jour le Plan de Gestion, TESORA ne propose pas de modification des scénarios de gestion, seuls les volumes pollués concernés et les coûts de gestion associés ont été mis à jour.

Toutefois, en séance du 14/03/2023, TESORA et la SNCF ont précisé que, au regard de la compatibilité sanitaire actuelle du site pour un usage industriel avec les concentrations maximales mesurées et compte tenu de l'absence de migration des pollutions depuis les sols vers les eaux souterraines en zone broierie, TESORA indique qu'au regard de la limite technique de la nappe présente entre 4 et 5 m de profondeur, les travaux de dépollution prévu par terrassement s'arrêteront au toit de la nappe.

Ainsi une pollution résiduelle est donc attendue dans la nappe à partir de 4 à 5 m de profondeur au droit de la zone Broierie. La maille concernée est la maille T114, elle ne représente que 16 m² et présente des teneurs en COHV de 10 à 13 mg/kg de 4 à 6 m de profondeur.

ABO-ERG ENVIRONNEMENT précise que cette limite technique s'applique au scénario retenu par TESORA dans le plan de Gestion et que des scénarii de dépollution par sparging / venting pourraient être envisagé pour traiter la pollution en profondeur.

Il conviendra de valider la compatibilité sanitaire du site vis-à-vis du résiduel qui sera laissé en place suite aux travaux de réhabilitation, pour un usage résidentiel prévu dans le projet d'aménagement du site d'étude.

4.4.2 Cartographie des zones à réhabiliter et cubatures associées

La figure ci-dessous schématise les profondeurs théoriques à dépolluer au niveau de la friche centrale au droit de chaque maille (pour des problématiques COHV et / ou HCT). Rappelons que la dépollution sera poursuivie jusqu'à l'atteinte des seuils SNCF ou atteinte de la nappe.

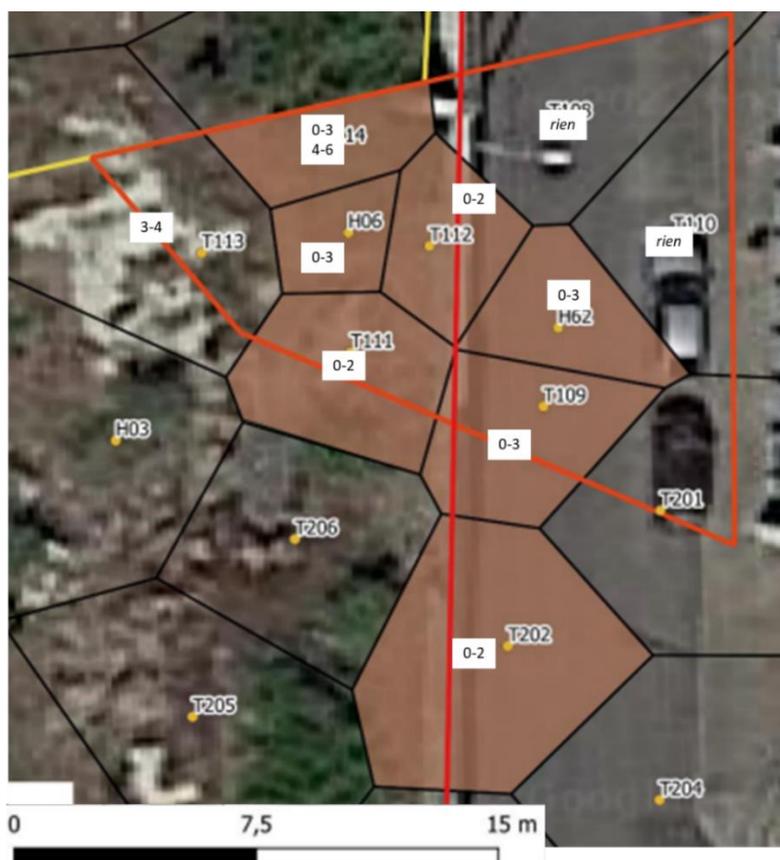


Figure 11: Schéma de maillage et profondeur à atteindre par maille

Ci-dessous est présenté une synthèse des volumes impactés par maille, tel qu'envisagé par TESORA, tenant toutefois compte de potentiels sur-terrassements dans les zones où les seuils de réhabilitation envisagés ne seraient pas atteints.

Tableau 8 : Synthèse des volumes impactés par zone calculés par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (1/3)

Maile	Polluants	Horizons de sol	Concentrations (mg/kg MS)	Epaisseur (m)	Superficie de la maille (m ²)	Volume (m ³)	Tonnage (t)	Pré-orientation pressentie	Qui
ZONE BROIRIE									
H06	HCT COHV	0-0,5	Extrapolation de cette couche sur la base des données sous-jacentes	0,5	11	6	10	ISDND/ Biocentre	SNCF
	HCT COHV	0,5-1,7	1 700	1,2	11	13	24	ISDND/ Biocentre	SNCF
			15,47						
	HCT COHV	1,7-2,2	25	0,5	11	6	10	Indiqué à titre informatif - Matériaux à priori à déplacer	
			0,1						
	HCT	2,2-3,8	1 900	1,6	11	18	32	ISDND/ Biocentre	SNCF (prévu par TESORA que jusqu'à 3m de profondeur)
T111	HCT COHV	0-0,5	Extrapolation	0,5	27	14	24	ISDND/ Biocentre	SNCF
	COHV HCT	0,5-1	9,4	0,5	27	14	24	ISDND/ Biocentre	SNCF
			840						
	HCT COHV	1-2	Extrapolation	1	27	27	49	ISDND/ Biocentre	SNCF
	HCT COHV	3,3-4 3-3,3	<36 0,3	0,7	21	15	26	Indiqué à titre informatif (délimitation verticale).	
T112	COHV	0-1	40,2	1	12	12	22	ISDND ou ISDD / Biocentre	SNCF
	COHV	1-1,5	16,09	0,5	12	6	11	ISDND / Biocentre	SNCF
	COHV HCT	1,5-2	Extrapolation	0,5	12	6	11	ISDND / Biocentre	SNCF
			< 36						
		COHV	2-3	0,4	1	9	9	16	Indiqué à titre informatif (délimitation verticale).
T113	HCT	0-2	Extrapolation	2	48	96	179	ISDD/ Biocentre	SNCF
	HCT	2-3	<36	1	48	48	86	Indiqué à titre informatif - Matériaux à priori à déplacer	
	HCT	3-3,75	4 300	0,75	48	36	65	ISDD/ Biocentre	SNCF
	HCT	3,75-4	Extrapolation	0,25	48	12	21	ISDD/ Biocentre	SNCF
	HCT	4-5	430	2	48	96	173	Indiqué à titre informatif (délimitation verticale).	
	HCT	5,5-6	<36						
T114	COHV HCT	0-1	52,4	1	16	16	29	ISDD/ Biocentre	SNCF
			Extrapolation						
	HCT COHV	1-2	5 800	1	16	16	29	ISDD/ Biocentre	SNCF
			30,57						
	HCT COHV	2-3	Extrapolation	1	16	16	29	ISDD/ Biocentre	SNCF
	COHV HCT	3-3,75	<0,2	4	16	64	115	Indiqué à titre informatif - Matériaux à priori à déplacer	
			380						
	COHV	4-5	10,6	1	16	16	29	ISDND/ Biocentre	SNCF
	COHV	5-6	13,41	1	16	16	29	ISDND/ Biocentre	SNCF
COHV	6-7	Extrapolation	1	16	16	29	ISDND/ Biocentre	SNCF	
COHV	0-0,75	<LQ	1	20	20	36	Indiqué à titre informatif - Matériaux à priori à déplacer		

T202 Selon sondages de vérification amont	COHV	1-1,75	6,7	0,75	20*	15	27	ISDND / Biocentre	SNCF
	COHV	1,75-2	0,48	0,25	20	5	9	Indiqué à titre informatif (délimitation verticale COHV).	
	COHV	2-2,6	0,12	0,6	20	12	22		
	COHV	2,6-3	<LQ	0,4	20	8	14		
	COHV	3-4	<LQ	1	20	20	36		

Concernant la maille T202, deux sondages de vérification des concentrations devront être réalisés avant démarrage des travaux afin de vérifier la nécessité de purger cette zone extrapolée sur la base d'un sondage hors site.

Tableau 9 : Synthèse des volumes impactés par zone calculés par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (2/3)

Maile	Polluants	Horizons de sol	Concentrations (mg/kg MS)	Epaisseur (m)	Superficie de la maille (m ²)	Volume (m ³)	Tonnage (t)	Pré-orientation	Qui
ZONE H40									
H40	COHV	0-0,5	Extrapolation	0,5	95	48	86	ISDND / Biocentre	SNCF
	COHV	0,5-1,2	6,45	0,7	95	67	120	ISDND / Biocentre	SNCF
	COHV	1,2-2,4	1,45	1,2	95	114	205	Indiqué à titre informatif (délimitation verticale COHV).	
T102	HCT	0-1	11 000	1	95*	95	171	ISDD/ Biocentre	SNCF
	HCT	1-2	410	1	95	95	171	Indiqué à titre informatif (délimitation verticale).	

Tableau 10 : Synthèse des volumes impactés par zone calculés par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (3/3)

Maile	Polluants	Horizons de sol	Concentrations (mg/kg MS)	Epaisseur (m)	Superficie de la maille (m ²)	Volume (m ³)	Tonnage (t)	Pré-orientation	Qui
ZONE H53									
H53	HAP	0-0,4	7,3	0,5	71	36	64	Indiqué à titre informatif - Matériaux à priori à déplacer	
	COHV		0,58						
	HAP	0,5-2	100	1,5	71	107	192	ISDND / Biocentre	SNCF
	COHV		7,6						
	HAP	2-3	Extrapolation	1	71	71	128	ISDND / Biocentre	
COHV									

La synthèse des volumes estimés à gérer est reprise ci-dessous :

Tableau 11 : Synthèse des volumes à gérer

	Volum e (m ³)	Tonnag e (t) d: 1,8
ZONE H6		
TOTAL des matériaux à déplacer (talus, couche sandwich) : terrassement, stockage, tri analytique et réemploi ou évacuation	234	420
TOTAL des matériaux à re caractériser (extrapolation) : terrassement, stockage, tri analytique et réemploi ou évacuation	53	95
TOTAL des matériaux à évacuer avec arrêt à 4 m (profondeur de la nappe estimée à 4 m)	172	310
Matériaux en plus à aller chercher de 4 à 5 m (profondeur de la nappe estimée à 5 m)	16	29
Matériaux en plus à aller chercher de 5 à 6 m (profondeur de la nappe estimée à 6 m)	16	29
ZONE H40		
TOTAL des matériaux à re caractériser (extrapolation) : terrassement, stockage, tri analytique et réemploi ou évacuation	48	86
TOTAL des matériaux à évacuer	162	291
ZONE H53		
TOTAL des matériaux à déplacer (talus, couche sandwich) : terrassement, stockage, tri analytique et réemploi ou évacuation	36	64
TOTAL des matériaux à évacuer	107	192
TOTAL		
TOTAL des matériaux à déplacer (talus, couche sandwich) : terrassement, stockage, tri analytique et réemploi ou évacuation	269	484
TOTAL des matériaux à re caractériser (extrapolation) : terrassement, stockage, tri analytique et réemploi ou évacuation	101	181
TOTAL des matériaux à évacuer avec arrêt à 4 m (profondeur de la nappe estimée à 4 m)	440	793
Matériaux en plus à aller chercher de 4 à 5 m (profondeur de la nappe estimée à 5 m)	16	29
Matériaux en plus à aller chercher de 5 à 6 m (profondeur de la nappe estimée à 6 m)	16	29

Les volumes sont susceptibles de varier notamment compte tenu de la réalisation d'un tri analytique visant à réduire la quantité de matériaux à évacuer (matériaux extrapolés).

5 SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS ABO-ERG 2022-2023

5.1 Synthèse des investigations réalisées

5.1.1 Investigations du milieu SOL

Les investigations du milieu sol se sont déroulées de la façon suivante :

- Première campagne d'investigations menée du 4 au 7 juillet 2022. Elles ont consisté en la réalisation de 21 sondages à la tarière mécanique (SC1 à SC19, SC13bis et SC13ter) réalisés par la société ASTARUSCLE, poussés à 3 m de profondeur maximum sous la supervision d'une technicienne d'ABO-ERG ENVIRONNEMENT. Les investigations ont été menées en tenant compte des pollutions historiques potentielles et avérées, et des différents projets d'aménagement prévus au droit de la ZAC.
- Seconde campagne d'investigations menée les 20 et 21 février, et 03 mars 2023. Elles ont consisté en la réalisation de 11 sondages à la pelle mécanique (PM1 à PM11) par la société JV TP poussés à une profondeur d'1 m maximum, de 25 sondages à la tarière mécanique (TM3 à TM27) par la société ASTARUSCLE poussés à une profondeur de 3 m maximum et de 8 sondages à la tarière manuelle (T1 à T8) poussés à une profondeur de 0,3 m maximum sous la supervision d'une technicienne d'ABO-ERG ENVIRONNEMENT. Les investigations ont été menées afin de circonscrire les zones de futurs déblais non inertes identifiées lors de la campagne préalablement réalisée, de déterminer la compatibilité sanitaire des futurs espaces verts (sols à nu) et de vérifier la faisabilité des zones d'infiltration.

Lors des investigations réalisées, les sondages ont globalement mis en évidence la présence de limons sableux à graveleux en surface, pouvant s'apparenter à des remblais de qualité médiocre au droit de sondages présentant notamment des débris anthropiques (verres, briques, enrobé, produits brûlés). Les horizons profonds retrouvés vers 2 m présentent des sols globalement sablo-argileux sans indice visuel particulier.

Lors des investigations à la pelle menées le 15 février 2023, il a été mis en évidence la présence de nombreuses fondations vers 1m de profondeur, au droit des pelles PM2, PM3, PM6, PM11. A noter que la présence de fondations a induit la suppression du sondage PM8 qui a été réalisé à la tarière mécanique.

Aucun autre indice organoleptique (aspect, odeur) caractéristique d'une pollution n'a été mis en évidence lors de la réalisation des investigations. Aucune arrivée d'eau n'a été relevée lors des investigations de sols.

Lors de la campagne de sols menée en 2022, les mesures réalisées avec le PID (*Photo-Ionization-Detector* ou *Détecteur à Photo-Ionisation – mesure réalisée avec une lampe 10.6 eV*) ont révélé des mesures nulles témoignant de l'absence de composés volatils dans les matériaux investigués, hormis au droit du sondage SC13, avec une mesure PID maximale de 26 ppm entre 1 et 2 m de profondeur. Etant donné la présence d'une problématique COHV connue à proximité immédiate du sondage SC13, les sondages SC13bis et SC13ter ont été réalisés au Nord de SC13 afin de délimiter les indices PID retrouvés (SC13bis (0-2) : indices PID retrouvés de 0,5 à 1,1 m de profondeur ; absence d'indice PID sur SC13ter).

Lors de la campagne de sols complémentaire menée en 2023, les mesures réalisées avec le PID mettent en évidence des valeurs globalement nulles, hormis au droit des sondages à la tarière mécanique TM6, TM12, TM23, TM26 et TM27 où des mesures faibles comprises entre 0,2 et 1,8 ont été relevées.

Dans la limite des investigations et analyses réalisées, des anomalies récurrentes ont été mises en évidence en hydrocarbures (HCT C10-C40 et HAP), en COHV et en métaux lourds au droit du site. Les autres paramètres recherchés ne présentent aucune anomalie particulière.

Compte tenu de la présence de matériaux non inertes au droit du site, en cas de terrassements et d'évacuation de déblais hors site, des surcoûts seront à prévoir.

A noter que le bâtiment désaffecté présent au droit de la friche n'a pas fait l'objet d'investigations à ce stade (sécurisation de la structure non réalisée).

5.1.2 Investigations du milieu GAZ DES SOLS

Compte tenu de l'objectif de l'étude (vérification de la qualité des milieux et de la compatibilité sanitaire du site avec les usages envisagés en ce qui concerne le risque inhalation dans les aménagements de plain-pied), des piézaires (PzA1 à PzA12) ont été mis en place sur le site en juillet 2022. A noter également la présence de 7 ouvrages de gaz des sols positionnés par ARTELIA en 2018, et par TESORA en 2022, intégrés à la campagne de prélèvement.

À noter que, la sécurisation du bâtiment existant sur la friche n'ayant pas été réalisée, aucun ouvrage n'a pu y être implanté à ce stade des investigations.

Les prélèvements de gaz des sols ont été effectués par un technicien supérieur d'ABO-ERG ENVIRONNEMENT pour la recherche des TPH, BTEX-N, COHV et HAP les 8, 11, et 29 juillet 2022 (première campagne de prélèvements) et les 20 et 21 février 2023 (seconde campagne de prélèvements).

Les analyses de gaz du sol réalisées au droit du site ont révélé la présence d'hydrocarbures (HCT aliphatiques), de BTEX (Benzène) et de COHV (Chloroforme ; cis 1,2-Dichloroéthène ; 1,1,1-trichloroéthane ; trichloroéthylène et tétrachloroéthylène) à des teneurs supérieures aux valeurs de gestion retenues au droit des différents ouvrages du site, lors des différentes campagnes d'investigations menées.

Les résultats analytiques mettent en évidence un transfert de composés volatils depuis les sols ou les eaux souterraines vers les gaz du sol au droit du site, aussi bien en période favorable qu'en période moyennement favorable au dégazage des sols.

Le site présente un risque lié à l'inhalation de substances toxiques dans le milieu air ambiant prévus par le projet d'aménagement. En effet, même après application d'un facteur de dilution de 10 afin de transposer les concentrations mesurées dans les gaz des sols en des mesures d'air ambiant en première approche, les concentrations restent supérieures aux valeurs de gestion retenues pour les ouvrages PzA2, PzA6, PzA8, PzA9, Pr02, Pr03 et Pz Tesora. Ces anomalies ont été confirmées dans leur quasi-globalité par le biais de deux campagnes analytiques.

De ce fait, ABO-ERG ENVIRONNEMENT préconise de vérifier la compatibilité sanitaire du site en ce qui concerne le risque inhalation à l'intérieur des bâtiments futurs par la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) afin de vérifier la compatibilité sanitaire du site avec l'usage projeté (bâtiments de plain-pied sans niveau de sous-sol).

5.1.3 Investigations du milieu EAUX SOUTERRAINES

Seuls deux piézomètres existants au droit de la friche industrielle ont fait l'objet d'investigations dans le cadre de la présente étude, Pz3 (Nord du site, Amont hydraulique), Pz H29 (Centre amont hydraulique). Les autres ouvrages historiquement positionnés au droit du site n'ont pas été retrouvés.

Les prélèvements d'eaux souterraines ont été effectués par un technicien supérieur d'ABO-ERG ENVIRONNEMENT pour la recherche des HAP, HCT C10-C40, BTEX, PCB, COHV et 8 métaux le 7 juillet 2022.

L'ensemble des paramètres recherchés a été quantifié à des teneurs à l'état de traces, voire inférieures aux limites de quantification du laboratoire. Les paramètres respectent les critères de potabilité des eaux de consommation et ne posent donc pas de problème d'un point de vue sanitaire, dans la limite des ouvrages disponibles lors de la réalisation des investigations sur les eaux souterraines.

6 SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES MILIEUX

6.1.1 Conclusion sur le milieu SOL

Suite aux investigations du milieu SOL réalisées par ABO-ERG Environnement et ARTELIA (2018), il est mis en lumière des impacts organiques sur l'ensemble des terrains de la friche.

Concernant les anomalies métalliques, généralisés à l'entièreté de la friche, il conviendra de confirmer la compatibilité sanitaire du site avec l'ensemble des espaces verts conservés prévus par le projet d'aménagement.

En l'état actuel, la présence d'un recouvrement de surface végétal au droit des anomalies métalliques et organiques mises en évidence limite l'envol de poussière au droit du site. Par ailleurs, le site est clôturé et interdit d'accès, aussi le risque lié au contact direct avec des matériaux impactés n'existe pas.

Il conviendra de réaliser un Plan de Gestion des terres excavées afin de déterminer la pré-orientation des futurs déblais du site qui viendraient à être générés par le futur aménagement de la ZAC, ainsi que les volumes et coûts associés.

Par ailleurs, la SERL a fait état d'une cuve enterrée à priori en eau qui n'a pas été observée lors de nos interventions. Si sa présence est avérée, il conviendra de procéder au retrait de cette cuve dans les règles de l'art et de vérifier la qualité des matériaux encaissants.

6.1.2 Conclusion sur le milieu SOL GAZ DES SOLS

Au regard des concentrations mise en évidence dans les gaz des sols, ABO-ERG ENVIRONNEMENT préconise de vérifier la compatibilité sanitaire du site en ce qui concerne le risque inhalation à l'intérieur des bâtiments futurs par la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) afin de vérifier la compatibilité sanitaire du site avec l'usage projeté (bâtiments de plain-pied sans niveau de sous-sol).

Le bâtiment présent au droit de la friche n'a pas été investigué (bâtiment non sécurisé pour permettre des investigations). Pour rappel, le projet prévoit une réhabilitation de ce bâtiment pour un futur usage commercial.

6.1.3 Conclusion sur le milieu EAUX SOUTERRAINES

La campagne réalisée par ABO-ERG ENVIRONNEMENT en 2022 n'a pu porter que sur deux ouvrages localisés en amont hydraulique supposé de la friche. La campagne réalisée par TESORA en novembre 2022 a été réalisée sur 3 ouvrages au niveau de la zone broirie en amont hydraulique supposé de la friche.

Ces deux campagnes ont mis en évidence l'absence d'impact dans les eaux souterraines.

Par ailleurs, la synthèse des études antérieures réalisées par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (rapport référencé 22LES066Aa/ENV/GBS/IRT/49589 en date du 20/09/2022) détaille les données antérieures suivantes, vis-à-vis des ESO :

- **Études Tauw France 2000-2001** : les investigations menées les eaux souterraines ont mis en évidence des impacts en chrome et en COHV dans les eaux souterraines.
- **Étude BG 2006-2007** : les investigations sur les eaux souterraines ont permis de mettre en évidence un sens d'écoulement des eaux vers le Sud, et l'absence d'impact dans les eaux.
- **Étude Burgeap 2008** : les investigations sur les eaux souterraines ont mis en évidence l'absence d'impact concernant les paramètres recherchés.
- **Études BG 2008-2009** : les investigations sur les eaux souterraines ont mis en évidence l'absence d'impact concernant les paramètres recherchés.

Ainsi il apparaît que seuls quelques impacts ponctuels ont été mis en évidence dans les eaux souterraines en 2001 au droit de Pz5 (Cr et COHV) et ces impacts n'ont pas été confirmés lors des campagnes consécutives. **Ainsi, les eaux souterraines n'apparaissent pas impactées au droit du site.**

7 SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION CONSTATÉ

Le schéma conceptuel d'exposition (SCE), établi pour un aménagement du site donné, permet d'établir le lien entre trois facteurs D (Source / Danger) – T (Transfert) et C (Cible).

Selon le principe de l'évaluation des risques, le risque R résulte de la concomitance de ces 3 facteurs. Dès lors qu'un de ces facteurs n'existe pas, le risque est absent.

L'ensemble des informations recueillies (résultats analytiques, observations organoleptiques) a permis de définir le schéma conceptuel d'exposition constatée qui intègre les informations recueillies et les voies de transfert avérées.

La ZAC La Saulaie consistera en une programmation urbaine mixte devant accueillir des logements, des activités tertiaires, des équipements tels qu'un groupe scolaire (GS), des parcs d'activités sportives et nautiques, un centre technique municipal (CTM) et des espaces extérieurs.

Rappelons que le projet prévoit la réalisation d'une douzaine de lots comprenant des équipements (locaux associatifs, groupe scolaire, ...), halles d'activités (commerces restaurants etc), bureaux et logements. A ce stade, les bâtiments sont prévus en plain-pied à l'exception de 7 bâtiments de bureaux au droit desquels un niveau de sous-sol à usage de parking est projeté.

Des anomalies ont été mises en évidence suite aux investigations réalisées :

- SOL : Dans la limite des investigations et analyses réalisées, des anomalies récurrentes ont été mises en évidence en hydrocarbures (HCT C10-C40 et HAP), en COHV et en métaux lourds au droit du site. Les autres paramètres recherchés ne présentent aucune anomalie particulière.
- GAZ DES SOLS : Au regard de deux campagnes de prélèvements réalisées en conditions météorologiques différentes, un risque lié à l'inhalation de substances toxiques dans le milieu air ambiant des futurs bâtiments prévus par le projet d'aménagement existe (lié à la présence de Trichloroéthylène). En effet, même après application d'un facteur de dilution de 10 afin de transposer les concentrations mesurées dans les gaz des sols en des mesures d'air ambiant en première approche, les concentrations restent supérieures à la valeur de gestion retenue pour le TCE.
- EAUX SOUTERRAINES : L'ensemble des paramètres recherchés a été quantifié à des teneurs à l'état de traces, voire inférieures aux limites de quantification du laboratoire, lors des différentes campagnes de prélèvements des eaux souterraines. Ce milieu ne semble donc pas impacté au droit de la friche.

Tableau 12 : Schéma conceptuel d'exposition constaté

ZONES	PRINCIPAUX TRANSFERT(S) A ENVISAGER	PRINCIPALES VOIES D'EXPOSITION A ENVISAGER	PRINCIPALES CIBLES A PRENDRE EN COMPTE SUR SITE	APPROCHE RISQUE
Futurs bâtiments de plain-pied et avec sous-sols (Bâtiment existant non investigué à ce stade en l'absence de sécurisation réalisée)	Volatilisation dans l'air du sol depuis les sols et/ou la nappe phréatique et transfert vers l'air ambiant extérieur	Inhalation de substances volatiles issues du sol	Travailleurs, habitants et populations sensibles	SOLS ET GAZ DES SOLS Risque retenu : Présence de composés toxiques volatils confirmée dans les sols et les gaz des sols au droit de certaines zones du site. Réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) afin de vérifier la compatibilité sanitaire du site avec l'usage projeté en ce qui concerne le risque inhalation à l'intérieur des bâtiments.
	Transfert dans la canalisation enterrée d'alimentation en cas de parcours du réseau au travers d'une zone de sols souillés	- Ingestion d'eau potable sur site - Inhalation de vapeur d'eau (lavabo, douche...) - Contact cutané avec l'eau souillés		EAU POTABLE DU ROBINET Risque retenu : Présence de composés toxiques volatils confirmée dans les sols et les gaz des sols au droit de certaines zones du site. Canalisations AEP à implanter dans des sols sains ou avec des matériaux limitant le transfert (réseau en acier).
Zones extérieures recouvertes	Volatilisation dans l'air du sol depuis les sols et/ou la nappe phréatique et transfert vers l'air ambiant extérieur	Inhalation de substances volatiles issues du sol		GAZ DES SOLS Risque non retenu : Présence de composés toxiques volatils confirmée dans les sols et les gaz des sols au droit de certaines zones du site mais exposition limitée compte tenu de la dilution naturelle liée au vent.
Zones extérieures non recouvertes	Contact direct au niveau des zones découvertes ou mal isolées	Ingestion directe de sol / poussières et absorption cutanée de sol / poussières		SOLS SUPERFICIELS Risque retenu Présence de composés toxiques confirmée dans les sols au droit de certaines zones du site. Nécessité de recouvrir les sols de façon pérenne au droit des futurs espaces verts envisagés. Réalisation d'une étude plus spécifique aux futurs espaces verts publics qui seront concernés dans le projet d'aménagement
	Volatilisation dans l'air du sol depuis les sols et/ou la nappe phréatique et transfert vers l'air ambiant extérieur	Inhalation de substances volatiles issues du sol		GAZ DES SOLS Risque non retenu : Présence de composés toxiques volatils confirmée dans les sols et les gaz des sols au droit de certaines zones du site mais exposition limitée compte tenu de la dilution naturelle liée au vent.
	Du sol vers des aliments produits sur le site (potagers)	Ingestion d'aliments d'origine végétale ou animale produits sur le site		SOLS Risque retenu : usage non exclue des sols comme potagers au droit du périmètre d'étude – absence de localisation disponible à ce stade du projet d'aménagement. Une vérification au cas par cas au droit des lots privés pourra être réalisée pour vérifier la possibilité d'implanter des cultures potagères et/ou des arbres fruitiers au regard de la qualité local des milieux dans la zone prévue.
Eaux souterraines au droit du site	Du sol vers les eaux souterraines	Ingestion d'eau contaminée / contact cutané		EAUX SOUTERRAINES Absence de composés toxiques retrouvés au droit des ouvrages existants de la friche. Risque non retenu : absence d'usage des eaux souterraines au droit du périmètre d'étude
Eaux superficielles au droit du site	Du sol vers les eaux superficielles	Ingestion d'eau contaminée / contact cutané		EAUX SUPERFICIELLES Risque non retenu : absence d'usage des eaux superficielles au droit du périmètre d'étude.
Eaux souterraines hors site	Du sol vers les eaux souterraines	Ingestion d'eau contaminée / contact cutané		EAUX SOUTERRAINES Absence de composés toxiques retrouvés au droit des ouvrages existants de la friche. Risque non retenu : absence d'usage sensible des eaux souterraines, identifié en aval hydraulique du site. EAUX SUPERFICIELLES Risque non retenu : compte tenu de la distance du Rhône au site d'étude.
Eaux superficielles hors site	Du sol vers les eaux superficielles	Ingestion d'eau contaminée / contact cutané		

Il est important de rappeler que ce schéma conceptuel d'exposition est valable uniquement pour l'usage constaté du site.

Ainsi, les conclusions qui pourront être formulées dans cette étude sont directement liées au schéma conceptuel présenté ci-dessus. En cas de tout changement d'usage du site, le présent schéma conceptuel et les conclusions devront être modifiés en conséquence.

8 MESURES D'URGENCE OU DE PREVENTION

Dans l'état actuel de nos études portant sur les risques de pollution des sols et des gaz des sols au droit des secteurs à l'étude, aucun élément particulier ou d'ampleur, ne justifie des mesures immédiates d'urgence ou de prévention.

9 EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES ET ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS PREDICTIVE (HORS ZONES DE RÉHABILITATION SNCF)

Cette Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires est basée sur les prélèvements de gaz des sols effectués par un technicien supérieur d'ABO-ERG ENVIRONNEMENT pour la recherche des TPH, BTEX-N, COHV et HAP les 8, 11, et 29 juillet 2022 (première campagne de prélèvements) et les 20 et 21 février 2023 (seconde campagne de prélèvements). Ces campagnes sont présentées au sein du rapport de diagnostic environnemental (rapport ABO-ERG ENVIRONNEMENT référencé 22LES066Ac/GBS/IRT/49590 daté du 21/09/2022 et mis à jour le 27/04/2023).

Le site présente un risque lié à l'inhalation de substances toxiques dans le milieu air ambiant prévus par le projet d'aménagement. En effet, même après application d'un facteur de dilution de 10 afin de transposer les concentrations mesurées dans les gaz des sols en des mesures d'air ambiant en première approche, les concentrations restent supérieures aux valeurs de gestion retenues pour les ouvrages PzA2, PzA6, PzA8, PzA9, PrO2 et PrO3. Ces anomalies ont été confirmées dans leur quasi-globalité par le biais de deux campagnes analytiques.

Conformément à la méthodologie décrite dans la méthodologie d'avril 2017 (mettant à jour la circulaire de février 2007), la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires est donc nécessaire afin de statuer sur la compatibilité du site avec son usage et son aménagement projeté.

9.1 Méthodologie générale de l'étude de risques sanitaires

L'objectif de l'étude consiste à évaluer les risques pour la santé des personnes découlant de la présence résiduelle de composés volatils dans les gaz des sols du site.

A cet effet, les différentes voies de transfert des substances en direction des personnes susceptibles d'être présentes sur le site ont été identifiées, compte tenu d'hypothèses réalistes concernant la disposition des lieux et le comportement de ces personnes sur le site.

Sur la base des teneurs en composés volatils mises en évidence dans les gaz des sols, les niveaux d'exposition sont ensuite évalués puis comparés aux valeurs maximales tolérables extraites des banques de données toxicologiques.

Deux types de substances sont pris en compte :

- les substances pour lesquelles les effets sont déterministes, c'est-à-dire avec seuil : il n'y a pas d'effet pour une exposition inférieure à un certain seuil. C'est généralement le cas des substances non cancérogènes. Pour ces substances, on définit un Indice de Risque (IR) ou Quotient de Danger (QD),
- les substances pour lesquelles les effets sont probabilistes, c'est-à-dire sans seuil : la probabilité de survenue de l'effet est proportionnelle à l'exposition. C'est généralement le cas des substances cancérogènes. Pour ces substances, on définit un Excès de Risque Individuel (ERI).

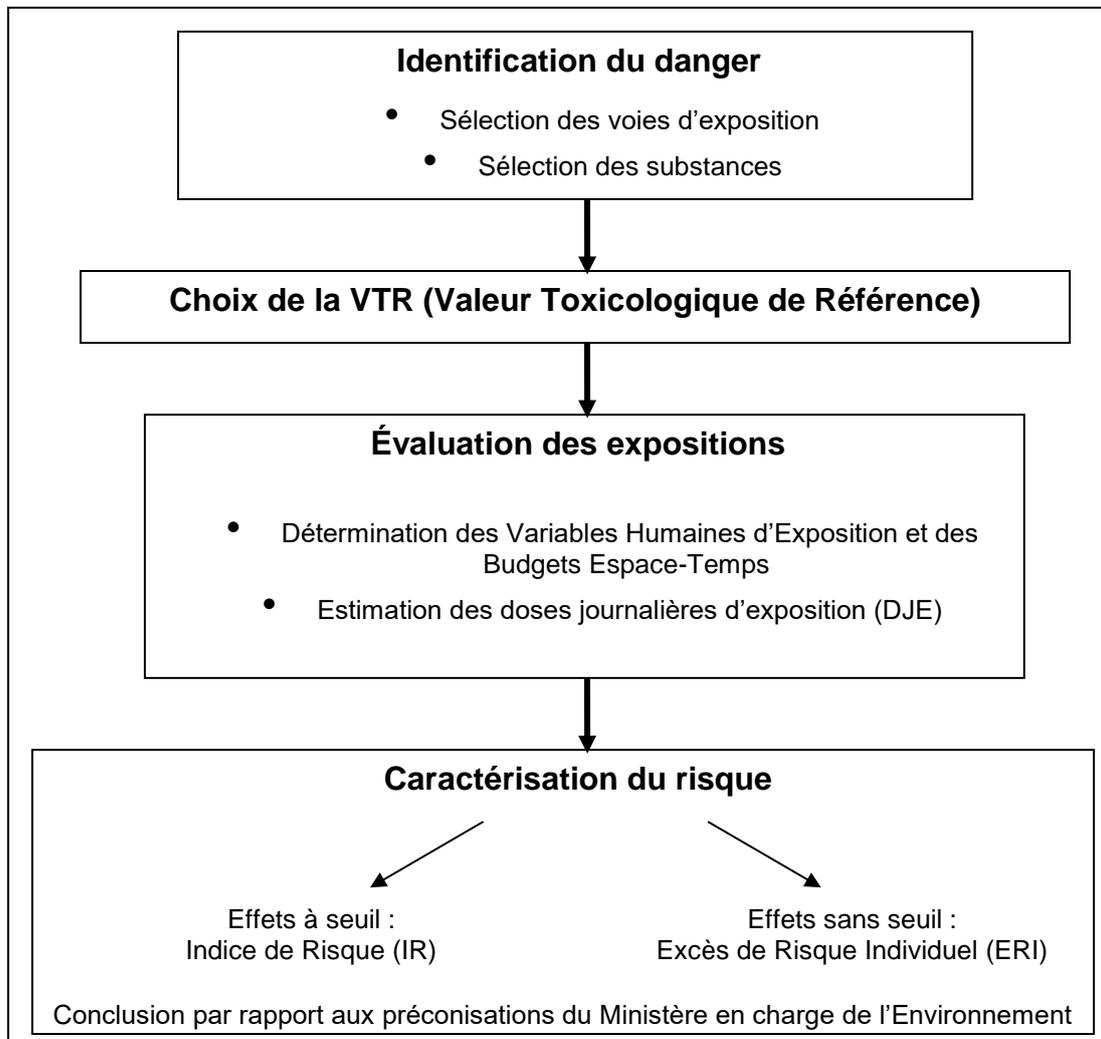
La démarche d'Evaluation des Risques Sanitaires comprend 4 étapes théoriques :

- identification des dangers : quels sont les effets néfastes liés aux différentes substances, selon les modes de contact. Cette étape nécessite de sélectionner les voies d'exposition et les substances à étudier,
- choix de la Valeur Toxicologique de Référence : quelle est la relation entre la dose d'exposition à la substance et la réponse de l'organisme exposé,
- évaluation des expositions : évaluer qui est exposé à la substance dangereuse, où, comment, à quel niveau d'exposition et pendant combien de temps,

- caractérisation du risque : déterminer quel est le niveau de risque, la probabilité de survenue du danger, en comparant les doses d'exposition aux VTR.

La démarche générale de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires peut se schématiser sous la forme de l'organigramme présenté dans la figure suivante.

Figure 12 : Démarche générale de l'évaluation des risques sanitaires



▪ **Sélection des voies d'exposition**

Les voies d'exposition sélectionnées dans le cadre d'une évaluation des risques sanitaires sont fonction de l'aménagement et de l'occupation du site.

Compte tenu des pollutions mises en évidence lors des diagnostics précédents dans le milieu gaz des sols du projet de réaménagement du site (cibles mixtes adultes/enfants considérées), le mode de transfert vers les différents milieux sont les suivants : la volatilisation depuis les sols, les gaz du sol et dispersion atmosphérique ou transfert au travers des parois d'un bâtiment. Les milieux d'exposition sont l'air atmosphérique et l'air intérieur d'un bâtiment. A noter que le milieu d'exposition air atmosphérique n'est pas retenu en première approche compte tenu de la dilution naturelle au vent.

▪ Sélection des substances

Les substances à retenir, parmi celles mesurées lors de la campagne de prélèvement effectuée sur le site étudié, sont choisies suivant trois critères de sélection :

- la présence de la substance dans les sols et son niveau de présence,
- le potentiel Danger (toxicité) de la substance ou la relation dose – effet,
- le potentiel de transfert de la substance.

Les composés retenus correspondent à ceux retrouvés dans les gaz des sols à des teneurs supérieures aux seuils de quantification analytique du laboratoire.

Les analyses de gaz du sol réalisées au droit du site ont révélé la présence d'hydrocarbures, de BTEX et COHV. Trois EQRS ont été élaborées à partir des teneurs retrouvées au droit du site :

- Cas 1 : Une première étude a été réalisée à partir de l'ensemble des teneurs les plus importantes enregistrées au droit du site pour chaque paramètre.
- Cas 2 : Une seconde étude a été réalisée à partir de l'ensemble des teneurs les plus importantes enregistrées au droit du site pour chaque paramètre, en excluant l'ouvrage PzA11. En effet, cet ouvrage a été mis en place avant modification du projet d'aménagement : suite aux modifications, cet ouvrage se trouve au droit d'un futur sous-sol dont les matériaux seront terrassés (ouvrage à 1.5m et terrassements à 3 m). Ainsi, cet ouvrage ne sera pas pris en compte pour la réalisation de cette EQRS.
- Cas 3 : Une troisième étude a été réalisée à partir de l'ensemble des teneurs les plus importantes enregistrées au droit du site pour chaque paramètre, en excluant volontairement les résultats analytiques des ouvrages Pr02 (ouvrage présentant les impacts les plus importants enregistrés) et PzA11 pour les raisons préalablement évoquées.

ABO-ERG ENVIRONNEMENT tient à alerter sur le fait que cette EQRS est réalisé en l'absence de l'ouvrage PzTesora, ouvrage localisé au Sud de la zone broierie qui doit faire l'objet d'une réhabilitation par la SNCF. Toutefois, les mesures de gestions prévues par la SNCF prévoient le terrassement jusqu'au toit de la nappe.

Ainsi, dans le cas où la dépollution laisserait des teneurs résiduelles en place (vérification des concentrations en bords et fond de fouille et prélèvement de gaz des sols), il conviendra de mener des études sanitaires complémentaires (Analyses des Risques Résiduels en fin de travaux afin de vérifier la compatibilité du site avec le projet prévu où préconiser des mesures de gestion complémentaire (travaux complémentaires ou mesures constructives).

Seules les substances présentes à des teneurs supérieures au seuil de quantification et disposant de VTR seront prises en compte dans la présente EQRS.

Dans une démarche sécuritaire, les teneurs retenues pour le calcul de risque correspondent aux teneurs maximales en chaque polluant mesurées dans les gaz des sols du site. Ces teneurs sont synthétisées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** suivant.

Tableau 13 : Teneurs retenues dans les gaz des sols pour l'exposition sur le site

Paramètre	Teneurs maximales mesurées dans les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Teneurs maximales mesurées dans les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Teneurs maximales mesurées dans les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Cas 1 : Ensemble des ouvrages	Cas 2 : Ensemble des ouvrages hors PzA11	Cas 3 : Ensemble des ouvrages hors PzA11 et Pr02
Hydrocarbures Totaux Aliphatiques			
Aliphatiques >C5 – C6	56,36	56,36	56,36
Aliphatiques >C6 – C8	396	396	396
Aliphatiques >C8 - C10	1 449,56	1 449,56	1 449,56
Aliphatiques >C10 - C12	750	750	750
Aliphatiques >C12 - C16	831,25	831,25	831,25
BTEX			
Benzène	10	10	10
Toluène	5,21	5,21	5,21
Ethylbenzène	7,71	7,71	7,71
Xylènes (m,p-xylènes + o-xylènes)	13,13	13,13	13,13
Composés Organohalogénés Volatils (COHV)			
Dichlorométhane	4	4	4
Trans 1,2-Dichloroéthène	16,84	16,84	1,26
Cis 1,2-Dichloroéthène	42,11	42,11	3,09
Chloroforme	289,47	289,47	15,51
1,1-Dichloroéthane	45,39	3,99	2,02
1,2-Dichloroéthane	6,14	6,14	0,57
1,1,1-Trichloroéthane	6 469,3	43,64	43,64
Trichloroéthylène	3 223,68	3 223,68	1 523,15
Tétrachloroéthylène	2 500	2 500	317,98
Tétrachlorométhane	14,91	14,91	2,63
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)			
Acénaphthylène	0,03	0,03	0,03
Anthracène	0,02	0,02	0,02
Benzo(a)anthracène	0,88	0,88	0,88

9.2 Choix des VTR

La méthodologie du choix des VTR est disponible en **annexe A2.1**.

9.3 Évaluation des expositions

Les Doses Journalières d'Exposition (DJE) des cibles potentielles sont évaluées à partir des teneurs mesurées dans les gaz du sol, en fonction des durées d'exposition (budget espace – temps).

➤ Définition des cibles exposées

Le projet d'aménagement du site prévoit la réalisation de trois bâtiments à usage de logements. Il est considéré dans cette EQRS des logements sans niveau de sous-sol.

L'usage résidentiel suppose la présence d'adultes sur le site. Pour cela, nous avons considéré une cible avec une durée d'exposition totale de 40 ans. Cette durée d'exposition est plutôt majorante car il est rare qu'une personne habite pendant 40 ans sur un même site.

➤ Définition du budget espace - temps

Les paramètres concernant les budgets espace-temps (BET) utilisés dans cette étude sont présentés dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Pour l'usage résidentiel, les cibles potentielles sont des adultes.

Concernant l'exposition par inhalation, les caractéristiques des cibles (morphologie) n'ayant pas d'influence, on considérera un seul type de cible (cible « mixte » correspondant à différentes classes d'âges) en utilisant les budgets espace-temps les plus pénalisants.

Tableau 14 : Budget espace-temps retenu pour un usage de type résidentiel

PARAMETRE	VALEUR RETENUE	SOURCE
Temps de présence dans le logement (percentile 95)	21,5 h/j	InVS ⁽¹⁾
Jours de présence annuelle sur le site	351 j	INSEE ⁽²⁾
Durée d'exposition	40 ans	Valeur pénalisante proposée par ERG ENVIRONNEMENT

⁽¹⁾ base de données InVS : Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement (version octobre 2010) pour la région Parisienne

⁽²⁾ Les vacances des Français _ résultats de l'enquête « Vacances » 1999, INSEE (2002)

9.4 Modélisation des transferts de substances volatiles du sol à l'air ambiant du bâtiment

Les paramètres de modélisation des transferts de substances volatiles du sol à l'air ambiant du bâtiment sont disponibles en **annexe A2.2**.

9.5 Quantification des risques sanitaires

➤ Démarche

L'évaluation du risque sanitaire tient compte des niveaux d'exposition auxquels sont soumises les cibles, ainsi que des valeurs toxicologiques de référence définies pour chacune des substances. Par conséquent, compte tenu de la classification des substances, deux types d'effets doivent être envisagés :

○ Cas des effets à seuil

Afin d'estimer le risque pour la santé humaine, pour des substances à seuil, le rapport suivant, dénommé quotient de danger (QD), est calculé pour chaque substance :

$$QD = \frac{DJE}{DJT}$$

Avec :

DJE : Dose Journalière d'Exposition en mg/(kg.j) ou Concentration moyenne inhalée (CI) en mg/m³.

DJT : Dose Journalière Tolérable en mg/(kg.j) pour une exposition par ingestion et/ou contact cutané ou Concentration atmosphérique admissible (CAA) en mg/m³ pour une exposition par inhalation.

En première approche, pour évaluer le risque global lié aux effets à seuil, les IR des différentes substances sont additionnés, sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible. Le risque ainsi calculé est maximisé.

Selon les préconisations du Ministère en charge de l'Environnement, le risque est acceptable si IR < 1.

○ Cas des effets sans seuil

Afin d'estimer cet excès de risque pour la santé humaine, le produit suivant, dénommé Excès de Risques Individuel (ERI), est calculé pour chaque substance :

$$ERI_{substance} = DJE \times ERU$$

Avec :

DJE : Dose Journalière d'Exposition en mg/(kg.j) ou Concentration moyenne inhalée (CI) en mg/m³.

ERU : Excès de risque unitaire en (mg/m³)⁻¹ pour une exposition par inhalation.

Pour évaluer le risque global lié aux effets sans seuil, les ERI des différentes substances sont additionnés, en accord avec la circulaire ministérielle du 8 février 2007, mise à jour en avril 2017.
 Selon les préconisations du Ministère en charge de l'Environnement, le risque est acceptable si $ERI < 10^{-5}$. Cela signifie que pour les substances cancérigènes, l'exposition à une substance toxique ne doit pas générer plus d'un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 cas de cancers observés, et ce pour une exposition vie entière.

9.6 Résultats pour l'exposition aux substances volatiles issues des gaz du sol dans les bâtiments

Les niveaux de risque induits par l'exposition des travailleurs dans les bâtiments actuels en rez-de-chaussée, par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol sont présentés dans le Tableau suivant.

Tableau 15 : Niveaux de risque pour l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol dans les futurs bâtiments – CAS n°1

Substances	Concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration modélisée dans l'air du rez-de-chaussée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	IR	ERI
HYDROCARBURES ALIPHATIQUES				
Aliphatiques >C5 – C6	56,36	1,25E-01	6,54E-06	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C6 – C8	396	8,82E-01	4,6E-05	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C8 - C10	1 449,56	3,22	3,09E-03	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C10 - C12	750	1,67	1,6E-03	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C12 - C16	831,25	1,85	1,77E-03	Pas d'effet sans seuil
BTEX				
Benzène	10	2,19E-02	2,11E-03	3,13E-07
Toluène	5,21	1,14E-02	5,77E-07	Pas d'effet sans seuil
Ethylbenzène	7,71	1,66E-02	1,06E-05	2,28E-08
Xylènes (m,p-xylènes + o-xylènes)	13,13	2,87E-02	2,75E-04	Pas d'effet sans seuil
Composés Organohalogénés Volatils (COHV)				
Dichlorométhane	4	8,91E-03	7,77E-06	4,89E-09
Trans 1,2-Dichloroéthène	16,84	3,64E-02	5,82E-04	Pas d'effet sans seuil
Cis 1,2-Dichloroéthène	42,11	9,05E-01	1,45E-03	Pas d'effet sans seuil
Chloroforme	289,47	7,05E-01	1,07E-02	8,89E-06
1,1-Dichloroéthane	45,39	9,76E-02	Pas d'effet à seuil	8,57E-08
1,2-Dichloroéthane	6,14	1,37E-02	4,38E-06	1,95E-07
1,1,1-Trichloroéthane	6 469,3	1,59E+01	1,39E-01	Pas d'effet sans seuil
Trichloroéthylène	3 223,68	6,99	2,1E-03	3,83E-06
Tétrachloroéthylène	2 500	5,36	1,29E-02	7,64E-07
Tétrachlorométhane	14,91	3,23E-02	3,1E-05	Pas d'effet sans seuil
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)				
Acénaphylène	0,03	5,94E-05	Pas d'effet à seuil	3,58E-11
Anthracène	0,02	3,94E-05	Pas d'effet à seuil	2,38E-10
Benzo(a)anthracène	0,88	2,16E-03	Pas d'effet à seuil	1,31E-07
TOTAL			1,76E-01	1,42E-05

On peut noter que les teneurs modélisées dans l'air intérieur sont inférieures aux valeurs réglementaires et/ou aux valeurs de bruit de fond existantes.

Les teneurs modélisées étant inférieures aux valeurs réglementaires et valeurs de bruit de fond, la réalisation d'un calcul de risque n'aurait en toute rigueur pas été nécessaire pour ces composés au sens de la circulaire du MEEDDAT du 8 février 2007, mise à jour par la méthodologie d'avril 2017. Le calcul

reste néanmoins nécessaire pour les HCT, qui ne disposent pas de valeur réglementaire ou de bruit de fond.

Ainsi, en se basant sur les teneurs maximales mesurées dans les gaz du sol du site pour évaluer l'exposition des futurs occupants dans des logements de plain-pied sans niveau de sous-sol par inhalation de substances volatiles, l'IR cumulé est inférieur à 1, ce qui amène à conclure **à des niveaux de risques acceptables pour les effets à seuil**. Toutefois, l'ERI cumulé est inférieur à 10^{-5} : **le niveau de risque est inacceptable pour les effets sans seuil**. Ces résultats restent tout de même proche des seuils réglementaires. Les calculs de risques sont présentés en **annexe A2.3**.

Au vu des résultats IR et ERI, les calculs d'incertitudes ne seront pas réalisés pour le cas de figure 1.

Tableau 16 : Niveaux de risque pour l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol dans les futurs bâtiments - CAS n°2

Substances	Concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration modélisée dans l'air du rez-de-chaussée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	IR	ERI
HYDROCARBURES ALIPHATIQUES				
Aliphatiques >C5 – C6	56,36	1,25E-01	6,54E-06	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C6 – C8	396	8,82E-01	4,6E-05	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C8 - C10	1 449,56	3,22	3,09E-03	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C10 - C12	750	1,67	1,6E-03	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C12 - C16	831,25	1,85	1,77E-03	Pas d'effet sans seuil
BTEX				
Benzène	10	2,19E-02	2,11E-03	3,13E-07
Toluène	5,21	1,14E-02	5,77E-07	Pas d'effet sans seuil
Ethylbenzène	7,71	1,66E-02	1,06E-05	2,28E-08
Xylènes (m,p-xylènes + o-xylènes)	13,13	2,87E-02	2,75E-04	Pas d'effet sans seuil
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)				
Dichlorométhane	4	8,91E-03	7,77E-06	4,89E-09
Trans 1,2-Dichloroéthène	16,84	3,64E-02	5,82E-04	Pas d'effet sans seuil
Cis 1,2-Dichloroéthène	42,11	9,05E-02	1,45E-03	Pas d'effet sans seuil
Chloroforme	289,47	7,05E-01	1,07E-02	8,89E-06
1,1-Dichloroéthane	3,99	8,58E-03	Pas d'effet à seuil	7,53E-09
1,2-Dichloroéthane	6,14	1,37E-02	4,38E-06	1,95E-07
1,1,1-Trichloroéthane	43,64	1,07E-01	9,37E-04	Pas d'effet sans seuil
Trichloroéthylène	3 223,68	6,99	2,10E-03	3,83E-06
Tétrachloroéthylène	2 500	5,36	1,29E-02	7,64E-07
Tétrachlorométhane	14,91	3,23E-02	3,10E-05	Pas d'effet sans seuil
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)				
Acénaphthylène	0,03	5,94E-05	Pas d'effet à seuil	3,58E-11
Anthracène	0,02	3,94E-05	Pas d'effet à seuil	2,38E-10
Benzo(a)anthracène	0,88	2,16E-03	Pas d'effet à seuil	1,31E-07
TOTAL			3,76E-02	1,42E-05

On peut noter que les teneurs modélisées dans l'air intérieur sont inférieures aux valeurs réglementaires et/ou aux valeurs de bruit de fond existantes.

Les teneurs modélisées étant inférieures aux valeurs réglementaires et valeurs de bruit de fond, la réalisation d'un calcul de risque n'aurait en toute rigueur pas été nécessaire pour ces composés au sens de la circulaire du MEEDDAT du 8 février 2007, mise à jour par la méthodologie d'avril 2017. Le calcul reste néanmoins nécessaire pour les HCT, qui ne disposent pas de valeur réglementaire ou de bruit de fond.

Ainsi, en se basant sur les teneurs maximales mesurées dans les gaz du sol du site pour évaluer l'exposition des futurs occupants dans des logements de plain-pied sans niveau de sous-sol par inhalation de substances volatiles, l'IR cumulé est inférieur à 1, ce qui amène à conclure **à des niveaux de risque acceptables pour les effets à seuil**. Toutefois, l'ERI cumulé est inférieur à 10^{-5} : **le niveau de risque est inacceptable pour les effets sans seuil**. Ces résultats restent tout de même proche des seuils réglementaires. Les calculs de risques sont présentés en **annexe A2.4**.

Au vu des résultats IR et ERI, les calculs d'incertitudes ne seront pas réalisés pour le cas de figure 2.

Tableau 17 : Niveaux de risque pour l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol dans les futurs bâtiments – CAS n°3

Substances	Concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration modélisée dans l'air du rez-de-chaussée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	IR	ERI
HYDROCARBURES ALIPHATIQUES				
Aliphatiques >C5 – C6	56,36	1,25E-01	6,54E-06	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C6 – C8	396	8,82E-01	4,6E-05	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C8 - C10	1 449,56	3,22	3,09E-03	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C10 - C12	750	1,67	1,6E-03	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C12 - C16	831,25	1,85	1,77E-03	Pas d'effet sans seuil
BTEX				
Benzène	10	2,19E-02	2,11E-03	3,13E-07
Toluène	5,21	1,14E-02	5,77E-07	Pas d'effet sans seuil
Ethylbenzène	7,71	1,66E-02	1,06E-05	2,28E-08
Xylènes (m,p-xylènes + o-xylènes)	13,13	2,87E-02	2,75E-04	Pas d'effet sans seuil
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)				
Dichlorométhane	4	8,91E-03	7,77E-06	4,89E-09
Trans 1,2-Dichloroéthène	1,26	2,72E-03	4,36E-05	Pas d'effet sans seuil
Cis 1,2-Dichloroéthène	3,09	6,64E-03	1,06E-04	Pas d'effet sans seuil
Chloroforme	15,51	3,78E-02	5,75E-04	4,76E-07
1,1-Dichloroéthane	2,02	4,34E-03	Pas d'effet à seuil	3,81E-09
1,2-Dichloroéthane	0,57	1,27E-03	4,07E-07	1,81E-08
1,1,1-Trichloroéthane	43,64	1,07E-01	9,37E-04	Pas d'effet sans seuil
Trichloroéthylène	1 523,15	3,3	9,90E-04	1,81E-06
Tétrachloroéthylène	317,98	6,81E-01	1,63E-03	9,72E-08
Tétrachlorométhane	2,63	5,69E-03	5,46E-06	Pas d'effet sans seuil
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)				
Acénaphthylène	0,03	5,94E-05	Pas d'effet à seuil	3,58E-11
Anthracène	0,02	3,94E-05	Pas d'effet à seuil	2,38E-10
Benzo(a)anthracène	0,88	2,16E-03	Pas d'effet à seuil	1,31E-07
TOTAL			1,32E-02	2,88E-06

On peut noter que les teneurs modélisées dans l'air intérieur sont inférieures aux valeurs réglementaires et/ou aux valeurs de bruit de fond existantes.

Les teneurs modélisées étant inférieures aux valeurs réglementaires et valeurs de bruit de fond, la réalisation d'un calcul de risque n'aurait en toute rigueur pas été nécessaire pour ces composés au sens de la circulaire du MEEDDAT du 8 février 2007, mise à jour par la méthodologie d'avril 2017. Le calcul reste néanmoins nécessaire pour les HCT, qui ne disposent pas de valeur réglementaire ou de bruit de fond.

Ainsi, en se basant sur les teneurs maximales mesurées dans les gaz du sol du site pour évaluer l'exposition des futurs occupants dans des logements de plain-pied sans niveau de sous-sol par inhalation de substances volatiles, l'IR cumulé est inférieur à 1, ce qui amène à conclure **à des niveaux de risque acceptable pour les effets à seuil**. De plus, l'ERI cumulé est inférieur à 10^{-5} : **le niveau de risque est acceptable pour les effets sans seuil**. Ces résultats restent tout de même proche des seuils réglementaires.

Les calculs de risques sont présentés en **annexe A2.5**.

9.7 Conclusions

9.7.1 Cas n°1

Le cas n°1 représente l'état résiduel attendu après réalisation des derniers travaux de réhabilitation du site par la SNCF (en considérant une dépollution jusqu'à la nappe au Sud de la zone broierie). Il apparaît que les niveaux de risques ne sont pas acceptables.

Compte tenu des données nouvelles concernant les travaux prévus par la SNCF laissant une pollution résiduelle en COHV (10 à 13 mg/kg de COHV de 4 à 6 m de profondeur), ce cas représente donc l'état résiduel après dépollution hors zone broierie.

9.7.2 Cas n°2

Le cas n°2 (calculs réalisés hors PzA11) représente l'état résiduel attendu après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF et après aménagement des niveaux de sous-sols prévus par le projet d'aménagement au droit de Pza11. Il apparaît que les niveaux de risques ne sont toujours pas acceptables.

9.7.3 Cas n°3

Le cas n°3 (calculs réalisés hors PzA11 et Pr02) représente l'état résiduel attendu après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF, après aménagement des niveaux de sous-sols prévus par le projet d'aménagement au droit de PzA11, et après exclusion des résultats analytiques mesurées au droit de l'ouvrage Pr02. En effet, cet ouvrage présente la majorité des teneurs ayant le plus d'incidence sur les calculs de compatibilité sanitaire à l'échelle du site. Il apparaît que les niveaux de risques sont acceptables.

Ce cas n°3 constitue ainsi l'ARR prédictive après travaux de réhabilitation complémentaire par la SERL.

Il convient donc de mener une mise en compatibilité du site sur les matériaux caractérisés par le piézair Pr02, où une incompatibilité sanitaire du site vis-à-vis du projet d'aménagement est mise en évidence.

Ainsi, l'ARR prédictive réalisée met en exergue que, hors zone broierie, le site est compatible pour l'usage et l'aménagement projeté après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF et par la SERL.

A l'issu des travaux, il est préconisé de façon générale de vérifier les teneurs résiduelles après réalisation des travaux de dépollution pour confirmation de la compatibilité d'usage.

Il conviendra de réaliser une ARR (prélèvements de bords et fond de fouille, prélèvements de gaz des sols) afin de vérifier la qualité résiduelle des milieux après dépollution.

Dans le cas où l'abattement n'atteindrait pas les niveaux escomptés, des mesures de gestion seront préconisées (travaux complémentaires, mise en place de vide sanitaire, ventilation, géomembrane, ...).

Etant donné que le cas n°3 présente les teneurs les plus fortes mises en évidence au droit du site d'étude, qui restent toutefois compatibles avec l'usage résidentiel prévu, ces concentrations dans les gaz de sols serviront de teneurs indicatives lors de la réhabilitation du secteur concerné par l'ouvrage Pr02.

9.8 Discussion des incertitudes

➤ Voies d'exposition et substances retenues

Toutes les voies d'exposition pertinentes par rapport à l'aménagement tel qu'il est étudié et du schéma conceptuel d'exposition qui en découle, ont été pris en compte.

Étant donnée l'aménagement considéré et les anomalies mises en évidence lors des investigations, la seule voie d'exposition pertinente retenue à ce stade de l'étude est l'inhalation de substances volatiles présentes dans l'air ambiant.

Concernant les autres voies d'exposition non retenues dans le cadre de cette étude de risques, on rappelle les éléments suivants :

- L'exposition par contact direct n'a pas été retenue car les sols de surface présentant des anomalies seront soit gérés lors des terrassements des zones bâties, soit disposeront de recouvrement (par dalle béton, enrobé ou à minima 30 cm de terre saine) ;
- l'exposition par ingestion d'aliments autoproduits (élevages et potagers) n'a pas été prise en compte. Une vérification au cas par cas au droit des lots privés pourra être réalisée pour vérifier la possibilité d'implanter des cultures potagères et/ou des arbres fruitiers au regard de la qualité local des milieux dans la zone prévue ;
- le transfert des substances résiduelles présentes dans les sols vers le réseau d'adduction en eau potable n'a pas été étudié car les conduites d'eau potable ne seront pas implantées au niveau des zones présentant des anomalies ou bien ils seront mis dans une tranchée de terres saines rapportée, et seront métalliques avec des joints étanches.

Il est à noter que l'exposition par inhalation de substances volatiles issues du sol peut avoir lieu à l'extérieur des bâtiments mais la dilution liée au vent et les faibles durées d'exposition à l'extérieur limitent très fortement ce type d'exposition qui est donc négligeable par rapport à l'exposition à l'intérieur des bâtiments. L'exposition par inhalation à l'extérieur des bâtiments n'a donc pas été étudiée.

Pour l'exposition par inhalation, l'étude de risques n'a été réalisée que sur les substances sélectionnées, présentes dans les gaz du sol à des teneurs supérieures aux seuils de quantification et disposant de VTR.

Il est à noter que les teneurs des composés issus des gaz du sol dans l'air ambiant sont très dépendantes des conditions climatiques et sont donc susceptibles de varier dans le temps. La présente étude n'est toutefois basée que sur les résultats issus d'une seule campagne de prélèvement.

➤ Discussion relative au choix des modèles

Compte tenu du schéma conceptuel d'exposition induit par le futur aménagement du site la voie d'exposition par inhalation de vapeurs nocives issues du sol a été retenue dans la présente ARR. Pour quantifier les risques liés à cette voie d'exposition, il a été nécessaire de modéliser les transferts du sol vers l'air ambiant intérieur.

Pour cela, les calculs ont été conduits à l'aide du modèle JOHNSON & ETTINGER, spécifique aux transferts de vapeurs depuis le sol vers l'air ambiant des bâtiments de plain-pied.

Ce modèle permet d'évaluer des flux de vapeurs depuis le sol vers l'air intérieur des bâtiments, en estimant au final les teneurs dans l'air ambiant des différents compartiments : il est donc tout particulièrement adapté au type de transferts étudiés dans le cas présent.

➤ Budget espace-temps retenu

Le budget espace-temps tient compte de l'aménagement considéré et de l'usage projeté du site.

Pour l'usage résidentiel, la durée d'exposition retenue est égale à 40 ans, valeur généralement utilisée dans les évaluations de risques sanitaires. Cette durée est relativement majorante car il est rare qu'une personne habite 40 ans au même endroit.

En ce qui concerne les durées d'exposition quotidiennes et annuelles, les valeurs retenues sont issues de la base de données InVS : Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement (octobre 2010) et sont donc réalistes, voire majorantes car ce sont les durées d'exposition les plus pénalisantes qui ont été retenues (percentile 95 au lieu de considérer la moyenne par exemple).

En tenant compte de cela et d'une durée d'exposition de 40 ans, il n'y a pas de risque pour les effets à seuil et le niveau de risque est acceptable pour les effets sans seuil.

➤ **Incertitudes liées à l'évaluation de la toxicité**

Pour les différentes substances sélectionnées, l'étude est basée sur les VTR choisies en suivant les recommandations de la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de la Direction Générale de la Prévention des Risques, référencée « DGS/EA1/DGPR/2014/307 », en date du 31 octobre 2014.

La circulaire du 8 février 2007 préconise de suivre les préconisations de la circulaire DGS/SD. 7B n°2006-234 du 30 mai 2006 (relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact) qui a été abrogée par la note du 31/10/2014.

➤ **Incertitudes liées aux paramètres de la modélisation des transferts**

En ce qui concerne l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol au droit du site, le calcul de risque a nécessité de modéliser les transferts entre les gaz du sol et l'air ambiant intérieur du bâtiment au rez-de-chaussée. Cette modélisation implique le choix de nombreux paramètres d'entrée, dont les valeurs sont connues de manière plus ou moins incertaine. Cette incertitude sur les données d'entrée entraîne une incertitude sur le résultat final du calcul de risque. Une analyse d'incertitude permet d'évaluer l'ampleur de cette incertitude, mais pas sa source, qui ne peut être évaluée que par une étude de sensibilité.

➤ **Calcul d'incertitude**

Un calcul d'incertitude a été réalisé à l'aide du logiciel Crystal Ball en utilisant les lois de distribution indiquées dans le Tableau suivant, afin de déterminer les intervalles de confiance (plages de variations possibles) des résultats. Les détails sont fournis en **annexe A2.6**.

Tableau 18 : Lois de distribution utilisées pour l'étude d'incertitude

Paramètre	Valeur initialement retenue	Loi de distribution	Valeur minimale	Valeur maximale
ka : Perméabilité à l'air du sol (en m ²)	1.10 ⁻¹¹ (sables RISC)	Triangulaire	1.10 ⁻¹⁶ (silt RISC)	1.10 ⁻¹⁰ (sable graveleux RISC)
Fof : fraction d'ouverture dans le plancher du bâtiment (-)	0,00001 (plancher normal Volasoil)	Triangulaire	0,000001 (plancher de bonne qualité)	0,00001 à 0,0001 (plancher bon à vieillissant)
ERbat : taux de renouvellement de l'air du bâtiment (en h ⁻¹)	0.5 (J&E ventilation moyenne / volasoil ventilation normale)	Triangulaire	0.17 (Volasoil ventilation très mauvaise)	1 (Volasoil ventilation très bonne)
T/Tm : Temps de pondération (-)	40 / 70	Uniforme	20 / 70	40 / 70
F : fréquence d'exposition (-)	351 / 365	Triangulaire	351 / 365	365 / 365
Ti : Fraction de temps quotidien d'exposition (-)	21,5 / 24	Triangulaire	20 / 24	24 / 24

Deux types de loi de distribution ont été choisis. Avec une loi uniforme, toutes les valeurs comprises entre les valeurs minimale et maximale ont les mêmes chances de se produire, tandis qu'avec une loi triangulaire les valeurs proches du minimum et du maximum ont une probabilité moindre de se produire que celles qui se rapprochent de la valeur la plus probable.

Pour la perméabilité à l'air du sol, la fraction d'ouverture dans le plancher et le taux de renouvellement de l'air, les valeurs minimale et maximale sont issues de la bibliographie. Pour les autres paramètres, la plage de variation est proposée par ABO-ERG ENVIRONNEMENT.

Le calcul d'incertitude réalisé avec Crystal Ball en utilisant ces données d'entrée fournit les valeurs moyennes et extrêmes présentées dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Le détail des calculs d'incertitudes est présenté en **annexe A2.6**.

Tableau 19 : Résultats de l'analyse de sensibilité sur les niveaux de risque liés à l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol au RdC du bâtiment à usage résidentiel

	Valeur minimale	Quantile 10 %	Valeur médiane	Quantile 60 %	Quantile 70 %	Quantile 90 %	Valeur maximale
IR	$5,38.10^{-4}$	$1,23.10^{-2}$	$3,59.10^{-2}$	$4,22.10^{-2}$	$4,82.10^{-2}$	$7,07.10^{-2}$	$1,58.10^{-1}$
ERI	$1,17.10^{-7}$	$2,67.10^{-6}$	$7,87.10^{-6}$	$9,24.10^{-6}$	$1,06.10^{-5}$	$1,55.10^{-5}$	$3,55.10^{-5}$

En utilisant des valeurs pénalisantes pour tous les paramètres pris en compte dans l'étude d'incertitude, les résultats d'analyse de sensibilité mettent en évidence :

- la valeur maximale de l'IR cumulé pour l'exposition par inhalation au RdC du bâtiment à usage résidentiel reste inférieure aux seuils d'acceptabilité définis par le Ministère en charge de l'Environnement.
- la valeur maximale de l'ERI cumulé pour l'exposition par inhalation au RdC du bâtiment à usage résidentiel reste inférieure aux seuils d'acceptabilité définis par le Ministère en charge de l'Environnement jusqu'au quantile 60%. Au-delà, la valeur maximale retrouvée pour ce paramètre est incompatible avec l'usage résidentiel projeté au droit du site.

Les paramètres utilisés étant majorants et pénalisants, ils ont été appliqués à un usage résidentiel de plain-pied. Avec la suppression des anomalies présentes via les travaux d'aménagements du site d'étude et pouvant impacter les piéziars à proximité (notamment PzA8, PzA9 et Pr03), un risque acceptable pour les effets à seuil et sans seuil concernant l'exposition par inhalation pourrait être considéré.

A noter toutefois qu'une nouvelle campagne d'investigations des gaz des sols, notamment en fin de travaux de dépollution, est préconisée dans le cadre d'une étude des risques résiduels en réception de travaux.

Il est préconisé de façon générale de vérifier les teneurs résiduelles après réalisation des travaux de dépollution pour confirmation de la compatibilité d'usage par le biais d'une Analyses des Risques Résiduels (ARR). Des études sanitaires pourront alors être réalisées par type d'usage (résidentiel, tertiaire etc.) afin d'adapter les paramètres d'incertitudes.

➤ **Analyse de sensibilité**

L'analyse de sensibilité permet d'identifier les paramètres qui ont le plus d'influence sur les résultats de la modélisation. L'ensemble des résultats de l'analyse de sensibilité des variables d'entrée est présenté dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Il est important de préciser que cette analyse de sensibilité ne porte que sur les paramètres pour lesquels une loi de distribution a été entrée dans le logiciel Crystal Ball.

Tableau 20 : Contribution des différents paramètres à la variance

Paramètre	Contribution à la variance	
	IR_bâtiment	ERI_bâtiment
Fof : fraction d'ouverture dans la dalle béton	0,4 %	0,5 %
Ka : Perméabilité à l'air du sol	74,4 %	74,9 %
ERbat : taux de renouvellement de l'air du bâtiment	24,9 %	24,3 %
T : Durée d'exposition dans le bâtiment	0 %	0 %
F : Nombre annuel de jours d'exposition	0 %	0 %
Ti : nombre d'heures d'exposition par jour	0,3 %	0,3 %

L'analyse de sensibilité réalisée à l'aide du logiciel Crystal Ball révèle que pour l'IR et l'ERI, les paramètres les plus sensibles (c'est-à-dire ceux qui influencent le plus le résultat) sont :

- le taux de perméabilité à l'air du sol (moyenne de 74% de contribution vis-à-vis de la variabilité des résultats) ;
- le taux de renouvellement de l'air du bâtiment (moyenne de 24% de contribution vis-à-vis de la variabilité des résultats).

Les calculs de risques sont présentés en **annexe A2.6**.

➤ **Discussion relative à l'additivité des risques**

Les niveaux de risques finaux ont été évalués en cumulant les risques liés aux différentes substances, sans tenir compte des organes cibles et des effets engendrés. L'EQRS réalisée est donc sécuritaire en termes d'additivité des risques.

➤ **Conclusion sur le caractère sécuritaire des niveaux de risques calculés**

Étant donnée les hypothèses conservatrices utilisées pour réaliser les calculs de risque, les résultats obtenus présentent un caractère sécuritaire, ce qui permet de conclure à la compatibilité du site avec son aménagement et son usage prévus pour l'exposition par inhalation de substances volatiles.

10 MESURES DE GESTION NECESSAIRES POUR RETABLIR LA COMPATIBILITÉ SANITAIRE DE LA ZONE BROIERIE

L'étude des mesures de gestion est basée sur les documents suivants :

- La note ministérielle d'avril 2017 mettant à jour le cadre général de la politique nationale en matière de gestion des sites et sols pollués définie dans la note du 8 février 2007,
- Le guide ADEME « Elaboration des Bilans Coûts-Avantages adaptés au contexte des gestion en Sites et Sols Pollués » en date de mars 2017,
- Le guide établi par le BRGM « quelles techniques pour quels traitements – analyse coûts – bénéfices » référencé BRGM/RP-58609-FR de juin 2010.

10.1 Les objectifs liés au site d'étude

Le site ayant déjà fait l'objet de travaux de dépollution historiques, une étude sanitaire a été réalisée par ABO-ERG ENVIRONNEMENT afin de vérifier la compatibilité actuelle du site d'étude vis-à-vis des projets d'aménagements envisagés.

Suite à cette étude, il est mis en évidence que le site est compatible sanitaire avec le projet d'aménagement, à l'exception de la zone caractérisée par l'ouvrage piézair Pr02 dont les impacts mesurés dans les gaz du sol ne sont pas compatibles avec l'usage résidentiel prévu sur ce lot.

La sélection des options de gestion s'appuie sur la prise en compte des caractéristiques suivantes propre au site, à la pollution mise en évidence et à l'usage actuel et/ou futur du site :

- Compartiments environnementaux : géologie, hydrogéologie et topographie au niveau du site ;
- Propriétés des polluants : nature, concentration, quantité, comportements physicochimiques, répartition spatiale, toxicité ;
- Site : nature des aménagements, usages, accès, délais d'exécution, coûts, environnement (bruits, poussières, ...).

Dans le cadre de cette étude, la mise en œuvre du plan de gestion prend en compte :

- L'aménagement du site : La ZAC Saulaie consistera en une programmation urbaine mixte devant accueillir des logements, des activités tertiaires, des équipements tels qu'un groupe scolaire (GS), des parcs d'activités sportives et nautiques, un centre technique municipal (CTM) et des espaces extérieurs.
- Les constats de pollution : Les anomalies dans les gaz des sols en hydrocarbures, BTEX et COHV au droit de l'ouvrage Pr02. La présence de substances volatiles engendre une contrainte supplémentaire de gestion des nuisances ainsi que de maîtrise du risque inhalation de substances nocives pour les opérateurs de chantier et les riverains pendant la durée d'un chantier de mise en compatibilité du site d'étude.

L'ensemble des paramètres recherchés dans les eaux souterraines a été quantifié à des teneurs à l'état de traces, voire inférieures aux limites de quantification du laboratoire. Ce milieu ne semble donc pas impacté. Ce constat est établi dans la limite des ouvrages disponibles lors de la réalisation des investigations sur les eaux souterraines, à savoir, la présence d'ouvrages en amont hydraulique du site d'étude uniquement.

Les solutions de gestion proposées chercheront à atteindre les objectifs en supprimant au maximum les transferts gazeux par la maîtrise des impacts identifiés au droit du site.

Il est décrit ci-après les différentes possibilités de gestion du site (schématisation des pollutions concentrées et des transferts) en suivant les objectifs décrits précédemment.

Il faut noter que lorsque l'on considère une mesure de gestion, la priorité sera donnée à l'option de réhabilitation qui :

- maîtrise en première approche des impacts identifiés puis le transfert de pollution ;
- traite le maximum de substances ;
- diminue au maximum les risques résiduels.

10.2 Travaux de mise en compatibilité du site

Au regard de l'incompatibilité sanitaire du site en lien avec les pollutions ayant été retrouvées au droit du secteur du piézair Pr02, les mesures de gestion identifiées par ABO-ERG ENVIRONNEMENT aboutissent aux terrassements des matériaux impactés en COHV (couplé avec des anomalies hydrocarburées).

En effet, les matériaux impactés en COHV (teneurs prépondérantes retrouvées dans les gaz du sol) sont présents à des teneurs identifiées en 0 et 1,5 m de profondeur au maximum.

A l'issue de ces terrassements, ABO-ERG ENVIRONNEMENT réalisera des prélèvements de gaz des sols afin de vérifier la compatibilité sanitaire. En cas de résultats incompatibles, la poursuite des terrassements pourra être demandée.

Le tableau suivant présente la synthèse des pollutions retenues sur le site.

Tableau 21 : Estimation des volumes de pollutions concentrées suite aux résultats analytiques de l'ensemble des diagnostics de sols

Mailles	Polluants	Concentrations (mg/kg MS)	Horizons de sol	Epaisseur (m)	Superficie de la maille (m ²)	Volume (m ³)	Tonnage (t)
SC13bis	HCT COHV	3 970	0-1,5	1,5	200	300	540
		4,53					
SC13	COHV	3,98	0-1	1	200	400	720
Pr2		3,43	0-1	1	200		
Volume total des pollutions identifiées						700 m ³	1 260 t

Les surfaces et volumes donnés sont des estimations réalisées. Ainsi l'ensemble de ces données n'est qu'indicatif.

10.3 Présélection des techniques pour mise en compatibilité sanitaire du site en fonction des substances rencontrées

Il existe trois grandes familles de traitement de sols pollués.

❖ TRAITEMENT « HORS SITE » :

Cette technique, consistant à excaver les sols impactés et les orienter en centres de traitement agréés, est adaptée au contexte du site.

De plus, les différentes techniques de réhabilitation peuvent être classées en 4 grandes « familles » de technique de dépollution définies en fonction des procédés employés, à savoir :

- les procédés physiques : le principe consiste à utiliser des fluides (eau ou gaz), présents dans le sol ou injectés, comme vecteur pour transporter la pollution vers des points d'extraction ou pour l'immobiliser,
- les procédés chimiques : ils utilisent les propriétés chimiques des polluants pour, à l'aide de réactions appropriées, les inérer, les détruire ou les séparer du milieu pollué,
- les procédés biologiques : ils consistent à utiliser des micro-organismes, le plus souvent des bactéries, pour favoriser la dégradation totale ou partielle des polluants, Certains bioprocédés permettent aussi de fixer ou solubiliser certains polluants,
- les procédés thermiques : ils utilisent la chaleur pour détruire le polluant, l'isoler, ou le rendre inerte.

En première approche, cette méthode paraît la mieux adaptée au contexte du site compte tenu des travaux de terrassements prévus dans le cadre du projet (terrassements d'1 m de profondeur sous zones bâties).

Attention toutefois à l'impact des sur-terrassements causés par la prise en charge des matériaux impactés identifiés (notamment au droit des sondages SC13bis, SC13 et Pr02). En effet, terrassements localisés au-delà d'un mètre de profondeur, au droit de zones du projet prévues avec un terrassement d'un mètre uniquement, seront susceptibles de causer une problématique géotechnique quant à la déstructuration des sols en place. Il conviendra de prévoir des modalités de remblaiement permettant d'assurer les objectifs de portance par la suite.

❖ **TRAITEMENT « ON SITE » :**

Cette technique consiste à excaver les sols pollués et à les traiter sur site. Les procédés de traitement sur site nécessitent du temps et de l'espace pour stocker les matériaux pendant toute la durée du traitement.

A l'instar du traitement sur site, ce type de solution nécessitant le terrassement puis le traitement sur site des matériaux apparaît pertinent compte tenu des terrassements déjà prévus (projet d'aménagement).

Par ailleurs, au regard de la qualité des milieux, de certains des polluants mis en jeu et des volumes associés, ce type de traitement peut être adapté au droit du site à l'étude.

❖ **TRAITEMENT « IN SITU » :**

Il s'agit de traiter les sols pollués en place, sans aucuns travaux de terrassement. Ces procédés in-situ permettent de détruire les polluants organiques biodégradables localisés dans la zone insaturée (phase pure, adsorbée, gazeuse et dissoute dans l'eau interstitielle). Les polluants doivent être biodégradables. Au regard de la qualité des milieux, des polluants mis en jeu et des volumes associés, ce type de traitement semble adapté au contexte du site. Toutefois, les terrains sont argileux donc peu perméables et peu adaptés à ce type de technique.

Au regard de la qualité des milieux, de certains des polluants mis en jeu et des volumes associés, ce type de traitement peut être adapté au droit du site à l'étude.

Au regard de la typologie des pollutions, cette technique serait adaptée à des pollutions volatiles et à priori à privilégier pour les pollutions profondes où des techniques de terrassement seraient onéreuses car nécessitant des confortements, des terrassements secondaires (talus) etc, ...

La Figure 13 ci-dessous présente les techniques de dépollution envisageables pour les matériaux impactés rencontrés au droit du site.

Réhabilitation potentielle	Milieu concerné	COV	Hydrocarbures halogénés	Hydrocarbures non halogénés	HAP	PCB	Dioxines et furannes	Pesticides et herbicides
Confinement								
Confinement – couverture	S	+	+	+	+	+	+	+
Confinement hydraulique	W	+	+	+	+	+	+	+
Confinement vertical	S, W	+	+	+	+	+	+	+
Excavation et enfouissement	S	+	+	+	+	+	+	+
Procédés biologiques								
Atténuation naturelle	W	+	+	+	+	-	-	+
Biotertre	S	+	-	+	+	-	-	+
Bioventing	S	+	+	+	+	-	-	-
Biosparging	S, W	+	+	+	+	-	-	-
Landfarming	S	+	+	+	+	-	-	+
Traitement sous forme de boue	S	+	+	+	+	-	?	+
Andain	S	+	-	+	+	-	-	+
Procédés chimiques								
Oxydation chimique	S, W	+	+	+	+	-	-	+
Déhalogénéation chimique	S	+	+	-	+	-	+	-
Lavage chimique	S	+	+	+	+	-	-	-
Extraction par solvants	S	+	+	+	+	+	+	+
Amendements en surface	S	-	-	-	-	-	-	-
Procédés physiques								
Extraction multiphase	S, W	+	+	+	-	-	-	-
Air sparging	W	+	+	+	-	-	-	-
Venting	S	+	+	+	-	-	-	-
Barrière perméable réactive	W	+	+	+	+	+	+	+
Lavage	S	-	+	+	+	+	-	+
Procédés de solidification et de stabilisation								
Liants hydrauliques (ciment...)	S	-	-	?	+	+	+	?
Vitrification	S	+	+	+	+	+	+	+
Procédés thermiques								
Incinération	S	+	+	+	+	+	+	+
Désorption thermique	S	+	+	+	+	+	-	+

Réhabilitation potentielle	Milieu concerné	Métaux lourds	Non métaux	Amiante	Cyanures	Explosifs
Confinement						
Confinement – couverture	S	+	+	+	+	+
Confinement hydraulique	W	+	+	+	+	+
Confinement vertical	S, W	+	+	+	+	+
Excavation et enfouissement	S	+	+	+	+	+
Procédés biologiques						
Atténuation naturelle	W	+	+	-	-	+
Biotertre	S	-	-	-	-	+
Bioventing	S	-	-	-	-	-
Biosparging	S, W	-	-	-	-	-
Landfarming	S	-	-	-	-	+
Traitement sous forme de boue	S	-	-	-	-	+
Andain	S	-	-	-	-	+
Procédés chimiques						
Oxydation chimique	S, W	-	+	-	-	-
Déhalogénéation chimique	S	-	-	-	-	-
Lavage chimique	S	+	-	-	-	-
Extraction par solvants	S	-	-	-	-	+
Amendements en surface	S	+	+	-	-	-
Procédés physiques						
Extraction multiphase	S, W	-	-	-	-	-
Air sparging	W	-	-	-	-	-
Venting	S	-	-	-	-	-
Barrière perméable réactive	W	+	+	-	-	+
Lavage	S	+	+	-	-	+
Procédés de solidification et de stabilisation						
Liants hydrauliques (ciment...)	S	+	+	+	?	-
Vitrification	S	+	+	+	+	+
Procédés thermiques						
Incinération	S	+	-	+	+	+
Désorption thermique	S	+	-	-	+	-

+: envisageable ; -: non envisageable ; S : zone non saturée et sédiments ; W : zone saturée et eaux superficielles

Figure 13 : Présélection des techniques de dépollution (source rapport BRGM/RP-57708-FR)

10.4 Présélection des techniques de mise en compatibilité du site en fonction des contraintes du site

L'applicabilité et la pertinence des techniques de pollution doivent également être considérées en fonction d'un ensemble de contraintes propres au site telles que :

- Les niveaux de concentration et la répartition spatiale des polluants,
- Les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques (profondeur nappe, perméabilité, teneur en matière organique...),
- L'aménagement actuel du site et les contraintes spatiales de chantier,
- Le projet de revalorisation du site (contraintes temporelles),
- Le rendement environnemental et éco-bilan,
- Les risques de nuisances,
- Les contraintes d'acceptation sociétales.

Le Tableau 22 en page suivante synthétise l'applicabilité et la pertinence des techniques de pollution en fonction des 4 grands procédés employés :

Tableau 22 : Présélection des techniques de dépollution en fonction des contraintes et caractéristiques du site

Type de procédé	Technique	Applicabilité théorique	Pertinence
1-méthodes physiques par évacuation de la pollution	<p>Excavation et traitement on site ou hors site <i>La technique consiste à excaver les zones sources et évacuer ces sols vers la filière de traitement adaptée (ou traiter les sols par une unité de traitement sur site)</i></p>	OUI	+++ En première approche, cette méthode paraît la mieux adaptée au contexte du site
1-méthodes physiques par piégeage de la pollution (in situ)	<p>Confinement par couverture <i>Le but de l'isolation de surface est multiple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Empêcher ou limiter la percolation des eaux de pluie à travers la zone saturée, puis l'infiltration des eaux souillées vers les eaux souterraines ➤ Supprimer le risque de contact direct et le risque d'envol de poussières ➤ Limiter les flux de gaz vers l'air ambiant 	OUI (confinement par couverture)	---Cette méthode n'est pas adaptée au contexte du site, et est adaptée aux pollutions métalliques.
	<p>Confinement vertical <i>Le confinement vertical consiste à mettre en place une barrière entourant la source de pollution</i> <i>Le confinement consiste à :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - isoler les contaminants de façon à prévenir d'une manière pérenne leur propagation, - contrôler, c'est-à-dire s'assurer du maintien des mesures mises en place, - suivre et s'assurer de l'efficacité de ces mesures 		
	<p>Confinement on site : « mise en tombeau » sur site ou encapsulation <i>Il consiste à maintenir les eaux souterraines polluées dans un espace prédéfini afin de ne pas générer de pollution en aval ; il ne s'agit ainsi pas d'un traitement en tant que tel. Ce confinement peut être réalisé de manière active (par pompage) ou de manière passive (via des tranchées drainantes)</i></p>		
2-méthodes chimiques (in situ)	<p>- Lavage in-situ <i>Ce procédé consiste à lessiver les sols (zones saturées et non saturé) par injection d'eau (et agents mobilisateurs en solution) en amont ou au droit de la source de pollution. Par la suite les eaux polluées sont pompées, traitées en surface puis rejetées dans les réseaux d'eaux usées/pluviales, les eaux superficielles ou dans certains cas réinjectés en nappe</i></p>	NON Peu de retour d'expérience sur ces techniques	--- Pas adapté à la pollution volatile retrouvée sur site
	<p>- Oxydation ou réduction chimique in situ L'oxydation est une réaction électrochimique, dans laquelle un composé perd un ou plusieurs électrons. Le type d'oxydant choisi dépend des caractéristiques environnementales (géologie, hydrogéologie, géochimie) ainsi que des caractéristiques de la source de pollution et/ou du panache (type de polluants, distribution). Les oxydants sont principalement utilisés sous forme liquide (permanganate, persulfate de sodium, peroxyde d'hydrogène ...) ; seul l'ozone est utilisé sous forme gazeuse. Les modalités d'injection influencent fortement les résultats de la dépollution ; le résultat sera d'autant meilleur que le contact entre le polluant et l'oxydant est étroit</p>		

Type de procédé	Technique	Applicabilité théorique	Pertinence
3-méthodes chimiques (on site)	<p>- Lavage on-site <i>Ce procédé consiste, après excavation, à lessiver les sols (zones saturées et non saturé) par injection d'eau (et agents mobilisateurs en solution) au droit de la source de pollution. Par la suite les eaux polluées sont stockées dans des bassins de décantation, traitées en surface puis rejetées dans les réseaux d'eaux usées/pluviales, les eaux superficielles ou dans certains cas réinjectés en nappe. Les boues de décantation feront l'objet d'une analyse supplémentaire afin de vérifier leur traitement</i></p>	Oui (mais besoin de place sur site et économiquement pas le plus avantageux)	+ adapté pour les pollutions en hydrocarbures mais économiquement pas la solution la plus avantageuse.
4-méthodes thermiques (in situ)	<p>- Désorption thermique in situ <i>La désorption thermique in situ, issue de l'amélioration du procédé de venting, consiste à appliquer de la chaleur pour extraire du sol par volatilisation les polluants volatils et semi-volatils</i></p>	NON	--- Ces techniques sont peu adaptées aux polluants en jeu, ni aux volumes.
	<p>- Vitrification in situ <i>Ce procédé consiste à solidifier/stabiliser les sols par élévation de la température afin de le transformer en un matériau fondu qui se vitrifie en refroidissant</i></p>	NON	
5 – méthode physique et biologique (in situ)	<p>➤ Venting <i>Ce procédé permet d'extraire les composés organiques volatils de la zone non saturée.</i></p> <p>➤ Bioventing <i>Cette technique est un procédé in situ qui consiste à injecter de l'air et des nutriments dans le sous-sol afin d'y optimiser les processus microbiens de transformation des polluants</i></p>	NON	+ Cette méthode peut être adaptée pour traiter une pollution profonde aux solvants chlorés. Elle n'est toutefois pas la plus adaptée pour des pollutions superficielles retrouvées.
6-méthodes biologiques (on site)	<p>- Bioterre <i>Processus consistant à mettre des sols en tas en vue d'un traitement biologique (sols pollués font l'objet d'un amendement et les conditions dans le bio terre sont contrôlées (aération, ajouts de nutriments, ...)</i></p>	OUI (mais nécessite du temps)	+ Cette méthode est adaptée pour traiter une pollution aux hydrocarbures ; en revanche elle est peu adaptée pour traiter une pollution aux solvants chlorés.
7-méthodes biologiques (in situ)	<p>- Atténuation Naturelle contrôlée <i>Processus se produisant naturellement dans les sols et les eaux souterraines, sans intervention humaine, visant à réduire la masse, la toxicité, la mobilité, le volume ou la concentration des contaminants dans ces milieux. Les processus pris en considération sont : la dispersion, la dilution, la volatilisation, l'adsorption, les mécanismes de stabilisation ou de destruction des polluants, qu'ils soient physiques, chimiques ou biologiques</i></p>	NON	--- Cette méthode est adaptée pour les eaux souterraines et les anomalies résiduelles qui seront laissées en place. Cette solution de gestion pourra être dynamisée par l'utilisation d'oxydant permettant d'accélérer le processus de dégradation naturel.

Pertinence : + faible, ++ moyenne, +++ forte

Ainsi au regard des caractéristiques du site et de la pollution, les types de mesures de gestion envisageables pour la mise en compatibilité du secteur de PrO2, sont l'excavation et le traitement des terres hors site ou sur site.

10.5 Scénario de gestion retenus

Les mesures de gestion pertinentes concernant chaque milieu et matériaux impactés associés, selon le schéma conceptuel d'exposition constaté et en tenant compte du projet sont présentées ci-dessous.

Compte tenu de la nature de la contamination mise en exergue dans les sols au droit du site et de la connaissance des sols, les différents modes de traitement envisageables en fonction de la nature des polluants sont les suivants :

- **Scénario 1 - Méthode physique par évacuation de la pollution hors site** : Terrassement / transport / évacuation en filière adaptée / remblaiement (à adapter au phasage d'aménagement du site).
- **Scénario 2 – Méthode mécanique on site** : Terrassement / traitement sur site par criblage / évacuation en filière adaptée / remblaiement (à adapter au phasage d'aménagement du site).

Lorsque c'est possible, le traitement de sols est à privilégier par rapport à l'évacuation des matériaux en installation de stockage de déchets ou en filière de traitement, car il constitue une solution durable permettant l'économie circulaire des matériaux sur le site, par leur réemploi (de surcroît au regard de la nature géologique des sols et leur aptitude géotechnique au réemploi).

10.5.1 Traitement hors site : Scénario 1 - Évacuation hors site

Au regard des constats analytiques, il apparaît que ce scénario présente des avantages :

- Pour les pollutions en COHV et HCT C10-C40 : les filières de gestion envisagées sont ISDND, ISDD ou Biocentre selon les concentrations.

Cette solution de gestion hors site présente l'avantage d'un planning plus maîtrisé qu'un traitement in situ ou on site.

Cette solution est également envisageable dans le cadre de la gestion des anomalies métalliques retrouvées au droit des futurs espaces verts prévus par le projet d'aménagement si une solution de substitution des matériaux était envisagée.

10.5.2 Traitement sur site : Scénario 2 - Criblage des matériaux avant évacuation dans une optique d'optimisation des coûts de traitement

Au regard de la nature des sols rencontrés lors des investigations ayant révélé des remblais pouvant contenir des blocs, une voie d'optimisation reposant sur un criblage « des éléments grossiers » pourrait être envisagée sur les remblais « non inertes » dans le but de réduire les volumes de sols à envoyer en installation de stockage de déchets « non inertes ».

A l'issue du traitement on site, les matériaux criblés devraient donc être :

- Soit réutilisés sur site, pour les refus de cribles dont les teneurs résiduelles seraient conformes aux seuils de gestion retenus,
En ce qui concerne la solution de remblaiement des matériaux après traitement en lieu et place des sols contaminés extraits : cette réutilisation ne semble pas appropriée compte tenu des futurs terrassements liés au projet d'aménagement. Cette réutilisation impose aussi de laisser les fouilles ouvertes dans l'attente du début des travaux d'aménagements. Enfin, la dégradation des propriétés géotechniques des matériaux pourrait rendre difficile la réutilisation de ces matériaux (en termes d'aptitude géotechnique).
- Soit éliminés hors site en une filière de traitement agréée. Dans ce cas, le traitement des matériaux sur site ne présente aucun intérêt car il reviendrait au scénario 1 avec des coûts et des délais plus longs.

Au regard des pollutions volatils (COHV), il apparaît nécessaire de réaliser ce criblage sous aspiration afin de maîtriser les composés toxiques libérés par le brassage mécanique.

10.6 Analyses granulométriques

Dans l'optique d'une optimisation des volumes de matériaux à gérer en phase travaux, des analyses granulométriques ont été réalisées afin de permettre d'estimer la part d'éléments grossiers pouvant être considéré comme inertes pour les cailloux et blocs et présentant quelques mâchefers, des fractions fines considérées comme polluées. Pour cela, il a été réalisé 7 fouilles à la pelle mécanique entre 0 et 3 m de profondeur (hypothèse d'un mètre pour bâtiment de plain-pied et 3 m pour bâtiment avec sous-sols), le 1 mars 2023. Ces analyses granulométriques ont été réalisées au droit des îlots 4 à 7 de la friche centrale compte tenu des déclassements importants des futurs déblais dans cette zone.

Cette piste est explorée afin de permettre une réduction potentielle des surcoûts de gestion des futurs déblais lié à l'aménagement du site, en réduisant les volumes à gérer en filières non inertes.

Dans le cadre de ces analyses, il a été décomposé par le biais de 11 passants aux diamètres variant de 80 µm à 100 mm la part grossière de la part de fines composant les sols de la friche. Le Tableau suivant reprend les résultats analytiques obtenus dans les sols superficiels et intermédiaires considérés comme remblais, et dans les sols plus profonds s'apparentant à un terrain beaucoup plus naturel.

La pertinence de la taille du criblage devra être déterminée selon les objectifs de réutilisation des matériaux potentiellement sur site (besoin géotechnique). Dans le cas où ceux-ci viendraient à être évacués, une caractérisation en lot selon un diamètre de criblage permettra potentiellement, comme indiqué précédemment, de réduire les volumes à gérer. A noter toutefois la présence de mâchefers au droit du site qu'il conviendra de gérer de façon appropriée.

De façon générale, ces analyses appuient de nouveau sur l'hétérogénéité des remblais retrouvés sur le site, pour lesquels les tailles de cribles oscillent entre 20 et 80 mm de diamètre sur l'entièreté de la friche afin de permettre une première séparation des matériaux grossiers.

Il est mis en évidence que 5 à 40 % des matériaux remblais du Sud de la friche (îlots 5b, 6 et 7) sont supérieurs à 20 mm de diamètre et ils sont tous inférieurs à 80 mm.

Les bordereaux analytiques sont disponibles en **annexe A3.1**.

Tableau 23 : Résultats analytiques – Criblage des matériaux

Paramètres	Unités	REMBLAIS						INTERMEDIAIRE		TERRAIN SUPPOSE NATUREL		
		PMG3 (0-1.1)	PMG6 (0-1)	PMG1 (0-1)	PMG2 (0-1)	PMG7 (0.5-2.3)	PMG5 (0-1)	PMG3 (1.1-1.5)	PMG4 (1.1-1.6)	PMG3 (1.5-3)	PMG4 (1.6-3)	PMG7 (2.3-2.7)
Passant à 100 mm	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Passant à 80 mm	%	100	100	100	87	100	100	100	100	100	100	79
Passant à 63 mm	%	100	100	89	74	100	100	100	100	88	82	79
Passant à 40 mm	%	88	90	74	70	100	100	93	92	78	75	79
Passant à 31,5 mm	%	83	83	72	68	100	100	93	80	73	72	79
Passant à 20 mm	%	68	75	66	61	94	91	84	64	65	67	79
Passant à 10 mm	%	59	59	53	50	82	77	69	48	59	64	78
Passant à 5 mm	%	49	48	46	43	67	67	58	39	56	62	77
Passant à 2 mm	%	42	40	41	35	52	58	48	34	54	60	74
Passant à 1 mm	%	37	35	37	29	43	52	42	32	52	58	71
Passant à 80 µm	%	12	9	15	6	10	18	11	16	24	30	34

Le plan d'implantation des points de prélèvements avec les fiches terrain de description lithologique sont disponibles en **annexe A3.2**.

Ainsi il apparait que les remblais sont globalement constitués d'éléments fins, une solution de criblage pourrait être envisagée à partir d'un refus de crible de 20 mm (tri de 5 à 40%).

10.7 Coûts estimatifs des solutions envisagées

Tableau 24 : Description des solutions envisagées

Solutions proposées	Description succincte des mesures de gestion	Quantités à engager	Objectifs des mesures de gestion proposées
<p>Scénario 1 Évacuation hors site des matériaux</p>	<p>Travaux de réhabilitation réalisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retrait et dégazage de la cuve encore présente sur le site (friche centrale), puis vérification de la qualité des sols sous-jacents, - Terrassement des matériaux impactés en HCT C10-C40 et COHV. Une mise en stock permettra la réalisation d'un tri analytique en vue d'une re caractérisation des matériaux en stocks selon un VET (Volume Élémentaire de Tri). - Conservation en mémoire de la qualité résiduelle des milieux après travaux (dossier de restriction d'usage) <p>Conditions de réalisation :</p> <p>Au regard de la configuration du secteur des matériaux à traiter, les terrassements pourront être réalisés par talutage (non prévu dans les volumes indiqués dans le présent document). Les terres des talus non polluées, pourront être stockées temporairement et réemployées sur site en remblaiement.</p> <p>A l'issu des travaux, il conviendra de réaliser une ARR (prélèvements de bords et fond de fouille, prélèvements de gaz des sols afin de vérifier la qualité résiduelle des milieux après dépollution). Dans le cas où cette ARR mettaient en évidence une incompatibilité sanitaire, il conviendra de réaliser des études complémentaires pour rétablir la comptabilité (mesures constructives, sur-terrassements des matériaux).</p>	<p>Cette solution considère un volume de déblais à terrasser de 700 m³ dans l'optique de gestion des matériaux impactés en HCT et COHV.</p>	<p>Permet de supprimer les anomalies identifiées dans les sols et ainsi de limiter les transferts gazeux.</p> <p>L'acceptation en filière de gestion des terres excavées dépendra de la validation des exploitants et des teneurs d'acceptation en métaux lourds prévues dans les arrêtés préfectoraux.</p>
<p>Scénario 2 Traitement sur site des matériaux avant évacuation hors site</p>	<p>Travaux de réhabilitation réalisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retrait et dégazage de la cuve encore présente sur le site (friche centrale), puis vérification de la qualité des sols sous-jacents, - Terrassement des matériaux impactés en HCT C10-C40 et COHV. Une mise en stock permettra la réalisation d'un tri analytique en vue d'une re caractérisation des matériaux en stocks selon un VET (Volume Élémentaire de Tri). - Traitement des matériaux par criblage avant évacuation hors site (refus de cribles à 20 mm). - Réutilisation sur site des matériaux criblés ou évacuation hors site pour revalorisation ou stockage en filière adaptée. - Conservation en mémoire de la qualité résiduelle des milieux après travaux (dossier de restriction d'usage). <p>Conditions de réalisation :</p> <p>Au regard de la configuration du secteur des matériaux à traiter, les terrassements pourront être réalisés par talutage (non prévu dans les volumes indiqués dans le présent document). Les terres des talus non polluées, pourront être stockées temporairement et réemployées sur site en remblaiement.</p> <p>Le criblage devra être associé à un système de récupération des émanations gazeuses.</p> <p>A l'issu des travaux, il conviendra de réaliser une ARR (prélèvements de bords et fond de fouille, prélèvements de gaz des sols afin de vérifier la qualité résiduelle des milieux après dépollution). Dans le cas où cette ARR mettaient en évidence une incompatibilité sanitaire, il conviendra de réaliser des études complémentaires pour rétablir la comptabilité (mesures constructives, dépollution).</p>	<p>Cette solution considère un volume de déblais à terrasser de 700 m³ dans l'optique de gestion des matériaux impactés en HCT et COHV.</p>	<p>Permet de supprimer les anomalies identifiées dans les sols et ainsi de limiter les transferts gazeux.</p> <p>Permet de limiter les volumes évacués hors site en filière de gestion de matériaux non inertes.</p> <p>Cette solution de gestion par rapport à une évacuation hors site n'apporte pas les mêmes garanties, les matériaux étant en outre potentiellement impactés en ETM (présence diffuse dans les sols de surface), nécessitant des mesures spécifiques pour le réemploi.</p> <p>Cette solution reste toutefois dépendante de la qualité des polluants et de la typologie des sols retrouvés sur site.</p>

10.8 Bilan coût(s) / avantages

10.8.1 Discussion comparative sur les scénarios de gestion

Il a été estimé en première approche, les coûts de réalisation de ces 2 scénarios.

Le détail du calcul des volumes et des coûts associés à la gestion des terres impactée dans les filières adaptées sont présentés dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessous.

Ces coûts peuvent toutefois être affinés lors de la consultation des entreprises. En effet, les entreprises consultées dans un secteur proche du site d'étude mettent en évidence des coûts pouvant varier pour le transport / traitement :

Tableau 25 : Fourchettes d'estimation des coûts filières

Évacuation et élimination des déblais	Fourchette basse des coûts associés	Fourchette haute des coûts associés
Reprise de matériaux sur aire de stockage (pour chargement en vue d'une évacuation)	2	3
Évacuation, transport et traitement des déblais en ISDI	10	20
Évacuation, transport et traitement des déblais en ISDI aménagée locale	30	45
Évacuation, transport et traitement des déblais en ISDND	60	90
Évacuation, transport et traitement des déblais en Biocentre	50	70
Évacuation, transport et stockage des déblais en ISDD	120	170

Concernant les hypothèses de criblage, en première approche et compte tenu des lithologies observées dans les remblais anthropiques, les hypothèses prises en compte pour les estimations financières reposent sur :

- un refus de crible à 20%,
- 10% des refus de cibles sont considérés redevables d'une gestion en ISDND, le reste étant considéré comme inertes,
- Un poste de tri manuel est probablement à prévoir compte tenu de l'hétérogénéité des matériaux, l'hypothèse du coût de criblage a été estimée à 5 € HT / m³.

L'hypothèse d'une densité des sols de 1,8 est prise afin d'estimer le tonnage concerné par cette mise en compatibilité. Ces coûts ne tiennent pas compte des travaux de terrassement/blindage/suivi du chantier par MOE/AMO.

Les hypothèses retenues pour les calculs de prix reposent sur un remblaiement de la totalité des fouilles sans prises en compte des aménagement prévus (futurs sous-sol) compte tenu du phasage d'aménagement de la ZAC ne permettant pas de laisser les fouilles ouvertes sur une durée importante.

Par ailleurs, à ce stade les hypothèses de remblaiement ne tiennent pas compte des objectifs de portance à atteindre.

10.8.2 Scénario 1 : Évacuation hors site des polluants organiques

Tableau 26 : Coûts de gestion – Scénario 1

Typologie des travaux	Quantité	Prix unitaires	Coûts
Travaux de terrassement des sols	Volume total à terrasser estimé à 700 m ³ de terres à évacuer hors site. Ce volume ne comprend pas les talus.	Travaux de terrassement (comprenant le terrassement des sols inertes et non inertes) : compris entre 5 et 10 €/m ³	Coûts de terrassement : 3 500 € à 7 000 € H.T.
Reprise de matériaux sur aire de stockage	Volume total à reprendre estimé à 700 m ³ de terres. Ce volume ne comprend pas les talus.	Travaux de reprise (comprenant le terrassement des sols inertes et non inertes) : compris entre 2 et 3 €/m ³	Coûts de reprise : 1 400 € à 2 100 € H.T.
Traitement et évacuation des terres polluées en filière adaptées	Évacuation de 700 m ³ de déblais pour la prise en charge des matériaux impactés	- Hypothèse densité des sols = 1,8 - Coûts acceptation des terres impactés en ISDND (y compris transport) = 60 à 90 €/t	Coût de gestion : 76k€ à 114k€ H.T.
Remblaiement des fouilles dépolluées par matériaux d'apport	700 m ³ de fouilles à remblayer	Remblaiement : 5 à 10 € / m ³ Matériaux d'apport : 5 à 10 € / m ³	Coûts de remblaiement : 3 500 € à 7 000 € H.T. Coûts des matériaux d'apport : 3 500 € à 7 000 € H.T.
TOTAL – Gestion des déblais par le scénario 1			89 k€ à 137 k€ H.T.

10.8.3 Scénario 2 : Traitement sur site des polluants organiques

Tableau 27 : Coûts de gestion – Scénario 2

Typologie des travaux	Quantité	Prix unitaires	Coûts
Travaux de terrassement des sols	Volume total à terrasser estimé à 700 m ³ de terres à évacuer hors site. Ce volume ne comprend pas les talus.	Travaux de terrassement (comprenant le terrassement des sols inertes et non inertes) : compris entre 5 et 10 €/m ³	Coûts de terrassement : 3 500 € à 7 000 € H.T.
Traitement des matériaux par criblage	Tri des matériaux par criblage d'un volume de 700 m ³ .	Criblage : 5 € HT / m ³	Coûts de traitement : 3 500 €.
Hypothèse 20% de refus de crible dont 10% admissibles en ISDND	Volume total à reprendre estimé à 140 m ³ de matériaux. Ce volume ne comprend pas les talus.	- Hypothèse densité des sols = 1,8 - Coûts acceptation des terres impactés en ISDI (y compris transport) = 10 à 20 €/t - Coûts acceptation des terres impactés en ISDND (y compris transport) = 60 à 90 €/t	Coût de gestion : 2 270 à 4 540 € H.T. ISDI 1 512 à 2 270 € H.T. ISDND
Traitement et évacuation des terres polluées en filière adaptées	Évacuation de 560 m ³ de déblais pour la prise en charge des matériaux impactés	- Hypothèse densité des sols = 1,8 - Coûts acceptation des terres impactés en ISDND (y compris transport) = 60 à 90 €/t	Coût de gestion : 61k€ à 91k€ H.T.
Reprise de matériaux sur aire de stockage	Volume total à reprendre estimé à 700 m ³ de terres. Ce volume ne comprend pas les talus.	Travaux de reprise (comprenant le terrassement des sols inertes et non inertes) : compris entre 2 et 3 €/m ³	Coûts de reprise : 1 400 € à 2 100 € H.T.
Remblaiement des fouilles dépolluées par matériaux d'apport	700 m ³ de fouilles à remblayer	Remblaiement : 5 à 10 € / m ³ Matériaux d'apport : 5 à 10 € / m ³	Coûts de remblaiement (700 m ³) : 3 500 € à 7 000 € H.T. Coûts des matériaux d'apport : 2 800 € à 5 600 € H.T.
TOTAL – Gestion des déblais par le scénario 2 – Hypothèse de cribles à 20 %			80 k€ à 123 k€ H.T.

Nota : ces estimations ne prennent pas en compte la préparation du chantier, l'aménagement des installations sur site (foreuses, équipement des ouvrages etc.) et le repli des installations, la maîtrise d'œuvre travaux et également la surveillance, les coûts de remblaiement du site suite à l'évacuation des terres polluées et ne prennent pas en compte une découverte de pollution des eaux souterraines et donc la gestion de celle-ci.

De plus, concernant l'estimation des volumes de sol à terrasser, celle-ci ne tient pas compte la réalisation des talus.

Concernant la gestion de la cuve, les éléments de chiffrages sont précisés ci-dessous :

- Pour l'élimination du produit si la cuve contient du FOD : entre 300 et 500 € la tonne (selon la nature du produit et la proportion d'eau).
- Pour le pompage/nettoyage et dégazage d'une cuve il faut compter selon taille de cuve entre 2 000 et 3 500 €.
- Pour l'inertage, il s'agit de remplir la cuve nettoyée et dégazée (certificat de moins de 48h à l'appui) avec de l'eau, du sable ou du béton.
 - Pour le sable : 60 à 100 € la tonne,
 - Pour le béton : 100 à 120 € le m³,
 - Pour l'eau : 4 à 6 € le m³,
- Pour le retrait compter entre 3 000 et 4 500 € selon sa taille (ajouter 1 000 € à 2 000 € si démolition d'une fosse maçonnée associée).

10.8.4 Mesures de gestion complémentaires

10.8.4.1 Sélection des dispositions constructives

Rappelons que la méthodologie française vise en premier lieu à favoriser le traitement des sources.

La principale mesure de gestion constructive retenue consiste au recouvrement des espaces non revêtus. Cette mesure de gestion est déjà prévue dans le cadre du projet (zones bâties et futurs espaces verts - hors espaces verts nécessitant une conservation intacte des milieux actuels pour lesquels des compléments analytiques au cas par cas seront nécessaires).

Compte tenu des pollutions identifiées dans les gaz des sols, notamment en COHV, il conviendra de concevoir des réseaux d'adduction en eau potable empêchant la perméation des composés volatils (matériaux en acier) au droit des zones concernées par cette problématique.

Il est préconisé de façon générale de vérifier les teneurs résiduelles après réalisation des travaux de dépollution pour confirmation de la compatibilité d'usage.

Dans le cas où l'abattement n'atteindrait pas les niveaux escomptés, des mesures de gestion seront préconisées (travaux complémentaires, mise en place de vide sanitaire, ventilation, géomembrane, ...).

10.8.4.2 Identification des restrictions d'usage adaptées aux enjeux

Rappelons que les restrictions d'usage servent à « informer sur les risques résiduels, encadrer les usages (notamment la réalisation de travaux ultérieurs comme par exemple l'intervention sur des canalisations), et pérenniser la conservation des informations sur l'état environnemental du site ».

Conformément aux préconisations du guide de la DGPR, la restriction d'usage retenue est la SUP car elle doit être favorisée et elle est adaptée dans le contexte du site.

Les restrictions du dossier de SUP porteront sur les usages et activités possibles et préciseront que tout autre usage selon les secteurs sera soumis à études complémentaires préalables. Les objets sur lesquels elles porteront consisteront notamment en :

- L'interdiction de tout usage des eaux souterraines au droit du site,
- Le maintien de la pérennité du complexe de couverture,
- En ce qui concerne les cultures potagères sur le site, qui ne sont pas exclues (même si non localisées à ce stade du projet), l'hétérogénéité des anomalies métalliques superficielles incite à préconiser une vérification au cas par cas au droit des lots privés pour vérifier la possibilité

d'implanter des cultures potagères et/ou des arbres fruitiers au regard de la qualité local des milieux dans la zone prévue.

10.8.4.3 Qualité géotechnique des sols

ABO-ERG ENVIRONNEMENT tient à mettre en garde la SERL sur l'impact des sur-terrassements causés par la prise en charge de la mise en compatibilité du site sur le secteur du piézair Pr02.

En effet, les matériaux impactés localisés au-delà d'un mètre de profondeur, au droit de zones du projet prévues avec un terrassement d'un mètre uniquement, seront susceptibles de causer une problématique géotechnique quant à la déstructuration des sols en place.

Il conviendra donc lors de la réalisation des travaux de dépollution, et du rebouchage des fouilles, d'assurer un contrôle de la compatibilité géotechnique des sols remis en place. Ces zones travaux devront être gardées en mémoire afin qu'elles soient prises en compte lors de la réalisation des études géotechniques. Il conviendra de prévoir des modalités de remblaiement permettant d'assurer les objectifs de portance par la suite.

10.8.5 Synthèse du bilan coûts / avantages

- Critères de comparaison retenus

5 familles de critères sont considérées :

- Critères techniques et normatifs,
- Critères économiques,
- Critères environnementaux,
- Critères socio-politiques,
- Critères juridiques et réglementaires.

Les sous critères sont listés dans le Tableau suivant qui détaille également l'appréciation qualitative des avantages et inconvénients des scénarios retenus en fonction de ces critères.

- Tableau bilan coûts / avantages

Une note est attribuée pour chaque scénario étudié et pour chacun des sous-critères entre 1 et 5. De plus, une pondération a été définie pour chacun des sous-critères en fonction des enjeux du projet entre 1 (faible enjeu) et 5 (fort enjeu).

Ainsi la note globale retenue peut varier entre 66 (somme des pondérations) et 330 (note maximale).

Tableau 28 : Bilan Coûts – Avantages (BCA) - GESTION DES FUTURS DEBLAIS GENERES PAR LES OPERATIONS D'AMENAGEMENT DU SITE

Famille de critères	Critères	Pondération retenue entre 1 (faible enjeu) et 5 (fort enjeu)	Scenario 1 : Évacuation hors site des polluants organiques		Scenario 2 : Traitement sur site des polluants organiques (le PCB n'étant pas concerné par ce scénario)	
			Evaluation du scénario	Justification	Evaluation du scénario	Justification
-1- Critères techniques, normatifs et organisationnels	1.1 Adéquation avec la typologie des polluants, les milieux impactés, l'accessibilité du site, ...	5	5	La technique d'excavation et évacuation hors site est adaptée à tout type de pollution.	5	La technique de criblage des matériaux avant évacuation d'une pollution en hydrocarbures et COHV est adaptée.
	1.2 Nécessité de mettre en œuvre des études complémentaires selon la technique envisagée (dimensionnement, essais pilotes,...)	1	5	Aucune étude complémentaire n'est nécessaire. Toutefois, il sera nécessaire que les hypothèses de talutage 3/2 soient validées géotechniquement.	5	Aucune étude complémentaire n'est nécessaire. Toutefois, il sera nécessaire que les hypothèses de talutage 3/2 soient validées géotechniquement.g
	1.3 Abattement prévisionnel / rendement	4	5	Le scénario permet de traiter la totalité des terres retenues par évacuation hors site en filière de traitement. Ce scénario permet également d'éliminer une partie de la pollution diffuse en métaux.	4	Le scénario permet de traiter la totalité des terres retenues par évacuation hors site en filière de traitement. Ce scénario ne permet pas d'éliminer la pollution diffuse en métaux.
	1.4 Temps disponible / durée du traitement	4	5	Les travaux se dérouleront sur quelques semaines.	4	Les travaux se dérouleront sur quelques semaines.
	1.5 Impact résiduel Suivi des travaux / surveillance	4	5	Suppression des matériaux impactés – compatibilité sanitaire vérifiée avec l'usage projeté. Suivi des travaux pour validation de la purge des zones concernées par un AMO/MOE + réception des bords et fonds de fouille pour une conservation en mémoire de la qualité résiduelle des sols.	5	Suppression des matériaux impactés – compatibilité sanitaire vérifiée avec l'usage projeté. Suivi des travaux pour validation de la purge des zones concernées par un AMO/MOE + réception des bords et fonds de fouille pour une conservation en mémoire de la qualité résiduelle des sols.
-2- Critères économiques	2.1 Coûts induits par les travaux de dépollution	5	4	89 à 137 k€ HT	4	80 à 123 k€ HT
	2.2 Cout des suivis ultérieurs, des restrictions d'usage, des dispositions constructives et de leur maintenance	4	5	S'assurer du maintien du recouvrement des terres de surface sur le site.	5	S'assurer du maintien du recouvrement des terres de surface sur le site.
-3- Critères environnementaux	3.1 Empreinte carbone / énergie / économie circulaire	4	2	Bilan carbone défavorable avec l'évacuation par camions de terres polluées hors site (empreinte carbone défavorable). Mouvements sur site pour mise en stock des terres.	3	Bilan carbone défavorable avec l'évacuation par camions de terres polluées hors site (empreinte carbone défavorable). Mouvements sur site pour mise en stock des terres. Toutefois, le criblage permet une revalorisation des matériaux après traitement (positif d'un point de vue économie circulaire).
	3.2 Déchets générés/recyclage	4	2	Les déblais qui seront générés par les travaux de terrassement seront gérés comme des déchets en filière(s) autorisée(s).	3	Les déblais qui seront générés par les travaux de terrassement seront gérés comme des déchets en filière(s) autorisée(s). Moins de déchets non inertes à évacuer hors site.
	3.3	5	5	Les matériaux impactés seront supprimés dans leur totalité.	5	Les matériaux impactés seront supprimés dans leur totalité.

	Impact de la pollution résiduelle sur l'environnement					
-3- Critères environnementaux	3.4 Hygiène et sécurité sur site et hors site : envois de poussières, transport de terres, impacts sur les milieux	5	2	Transport de terres important hors site, avec des poussières à gérer dans ce cadre. De même pour les poussières sur site.	2	Transport de terres moins important hors site, mais avec des poussières à gérer dans ce cadre. De même pour les poussières sur site. Des mouvements de terres sur site sont prévus lors du criblage, générant des poussières.
-4- Critères socio-politiques et environnementaux	4.1 Nuisances du chantier (visuelles, sonores, olfactives, ...)	5	2	Bruit par rapport au voisinage.	1	Bruit par rapport au voisinage. Nuisance visuelle avec la mise en place d'un atelier de criblage.
	4.2 Augmentation du trafic	5	2	Trafic hors site important.	3	Trafic hors site important. Réutilisation d'une partie des matériaux en remblais de terrassements.
	4.3 Acceptabilité du projet (usage futur, servitudes éventuelles, teneurs résiduelles, ...)	4	5	L'acceptabilité du projet dans son ensemble reste identique sur les scénarios	5	L'acceptabilité du projet dans son ensemble reste identique sur les scénarios
	4.4 Bénéfices du chantier (création d'emploi, amélioration du cadre de vie, valorisation, mise en sécurité, ...)	4	3	Les bénéfices en général restent similaires sur les 2 scénarios, En termes de création d'emploi, le scénario 1 nécessite moins de personnel et d'opérations sur site (compensés par des transports). En termes de mise en sécurité, les travaux sur le scénario 1 permettent de supprimer les matériaux impactés.	3	Les bénéfices en général restent similaires sur les 2 scénarios. En termes de création d'emploi, le scénario 2 nécessite moins de personnel et d'opérations sur site (compensés par des transports). En termes de mise en sécurité, les travaux sur le scénario 2 permettent de supprimer les matériaux impactés. Le scénario 2 permet une revalorisation des terres de cribles directement sur site.
-5- Critères juridiques et réglementaires	5.1 Contraintes résiduelles (restriction d'usage, surveillance, ...)	3	3	La portée d'éventuelle(s) restriction(s) d'usage(s) est similaire entre les 2 scénarios et est à envisager au vu de l'usage résidentiel et sensible malgré les travaux de suppression des matériaux impactés.	3	La portée d'éventuelle(s) restriction(s) d'usage(s) est similaire entre les 2 scénarios et est à envisager au vu de l'usage résidentiel et sensible malgré les travaux de suppression des matériaux impactés.
CUMUL DES NOTES :			242	Dans le cas du scénario 1	242	Dans le cas du scénario 2

Au vu du tableau de synthèse établi précédemment, le bilan coûts/avantages met en avant les 2 scénarios ont une **note globale de 242/245 (4.9/5)**. Ces 2 scénarios restent tout autant envisageables l'un que l'autre.

10.9 Mise en garde sur l'évaluation des volumes

L'évaluation des surfaces de terres impactées a été effectuée sur la base d'un rapprochement avec des figures géométriques simples (maillage).

L'évaluation quantitative des volumes de terres impactées a été effectuée sur la base du maillage des sondages réalisés sur site et de la profondeur de prélèvement des échantillons analysés. Les résultats d'analyses obtenus au droit des sondages ont été extrapolés à la maille entière.

Cette estimation ne tient pas compte, notamment, de la dispersion anisotropique de la pollution dans les sols et du caractère discontinue de la technique de prélèvement. En effet, il ne peut être préjugé du comportement de la contamination entre deux sondages distants, même de quelques mètres, l'un de l'autre.

Ces surfaces sont donc extrapolées sur la base de l'orientation des zones attenantes. De ce fait, les volumes estimés ici et leur orientation pourront varier dans une large mesure lors de la phase travaux.

De plus, les orientations probables qui ont été présentées dans notre étude seront soumises à l'acceptation *in fine* des exploitants de filière(s).

Les volumes s'entendent matériaux en place et ne tiennent pas compte du phénomène de foisonnement des terres lors de leurs excavations. Rappelons enfin qu'il s'agit d'une estimation réalisée à partir de surfaces déduites sur plan.

10.10 Mise en garde sur les scénarios

Les deux scénarios proposés ne prennent pas en compte :

- une mission de type maîtrise d'œuvre ou d'Assistance à Maîtrise d'ouvrage relative au chantier de réhabilitation (consultation des entreprises, suivi du chantier de réhabilitation...),
- une gestion éventuelle des eaux souterraines polluées,
- la gestion des anciens réseaux et d'éventuelles terres impactées autour.

Par ailleurs, les coûts de gestion de la cuve ont été estimés à titre informatif et ne sont pas intégrés dans les coûts des deux scénarios.

10.11 Détail des travaux de gestion des terres

10.11.1 Excavation et contrôle des travaux

Conformément aux prescriptions des circulaires ministérielles de février 2007 (mise à jour en avril 2017), ABO-ERG ENVIRONNEMENT recommande que les travaux d'assainissement des sols soient contrôlés par un organisme extérieur (maître d'œuvre / assistant à maître d'ouvrage ou bureau de contrôle). Le contrôle extérieur a deux objectifs :

- Contrôler que les déblais sont bien orientés vers les bonnes filières de stockage (qualité environnementale des travaux) ;
- Éviter des déclassements de déblais non justifiés par l'entreprise (par exemple envoi de terres inertes en ISDND / ISDD).

10.11.2 Suivi du chantier

Compte tenu des impacts constatés, nous préconisons le strict respect des consignes habituelles d'hygiène et de sécurité du domaine du BTP lors de la réalisation du chantier de gestion des terres impactées ainsi que les préconisations de l'INRS « Protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites », afin de réduire, autant que possible le contact avec les sols et les polluants dispersés dans l'air. Les

recommandations en termes d'équipements de protection individuelle en présence de sols potentiellement pollués sont les suivantes :

- port de chaussures ou bottes de sécurité ;
- port de gants ;
- port de protections respiratoires adaptées pour limiter l'inhalation de poussières et de composés organiques volatils (libération dans l'air lors des terrassements).

Les équipements de protection individuelle seront mis à la disposition des différents intervenants. Leurs modalités d'utilisation feront l'objet d'une séance d'information spécifique donnée à chaque intervenant sur site.

10.11.3 Élimination hors site des déblais

En cas d'évacuation hors site des terres polluées, l'entreprise de travaux sera responsable de l'obtention des certificats d'acceptation préalable et de la conformité des déchets livrés avec les seuils d'acceptation de l'installation de stockage retenue. Elle devra réaliser des vérifications préalablement au chantier ou pendant la durée du chantier de la qualité des déblais pour valider l'adéquation entre le centre choisi et les concentrations réelles.

- La traçabilité des sols éliminés hors site devra être assurée par des BSD (Bordereaux de Suivis de Déchets) ;
- Les matériaux excavés et éliminés hors site devront être transportés en camions bâchés ;
- L'entreprise devra laisser libre accès au contrôle extérieur pendant la réalisation du chantier.

10.11.4 Récolement

A l'issue des opérations de réaménagement du site, un dossier de récolement sera rédigé ; il comprendra, à minima, les éléments suivants :

- le détail des opérations réalisées,
- le bilan précis des mouvements de terres effectués (excavation, remblaiement, réutilisation sur site...),
- le plan altimétrique coté qui repositionnera précisément l'ensemble des excavations et des apports de déblais sains en comblement,
- les types d'analyses effectuées sur les bords et fonds de fouille, ainsi que les localisations précises des prélèvements de contrôle,
- les résultats d'analyses associés,
- le cas échéant, la mise à jour de l'ARR.

10.12 Rappel de la réglementation sur les contraintes juridiques

Le tableau suivant, issu du guide méthodologique « élaboration des bilans coûts-avantages adaptés aux contextes des gestion des sites et sols pollués » constitue un aide-mémoire pour l'identification des principaux enjeux juridiques (non exhaustif).

Tableau 29 : Principaux enjeux juridiques (non exhaustifs)

Thématique	Implications possibles pour le MO et/ou le responsable juridique de la pollution
Hygiène Sécurité Environnement (HSE)	Le MO conserve une part de responsabilité juridique relative aux éventuelles problématiques HSE en lien avec la réhabilitation entreprise au droit du site.
Autorisations administratives	La mise en œuvre de certaines techniques de dépollution requiert l'obtention préalable d'autorisations administratives.
Loi sur l'eau	<p>Dans les contextes hors ICPE, il convient de vérifier les rubriques de l'article R214-1 du code de l'environnement pour déterminer si un dossier « loi sur l'eau » doit être établi.</p> <p>Dans le contexte d'un site ICPE, le cas échéant, un porté à connaissance ICPE devra être transmis à l'administration en lieu et place du « dossier loi sur l'eau » (conformément à l'article L214-1).</p> <p>Dans le cas d'une pollution accidentelle, il n'est par ailleurs pas nécessaire d'établir un « dossier loi sur l'eau ». Le préfet doit néanmoins être informé (conformément à l'article R214-44 du code de l'environnement).</p>
Déchets	Le MO conserve la responsabilité des déchets générés sur le site d'étude jusqu'à leur revalorisation ou élimination finale selon des filières adaptées.
Pollutions résiduelles	<p>Le responsable de la pollution au sens juridique (propriétaire, exploitant, MO...) conserve une responsabilité juridique à long terme dans le cas où une pollution résiduelle est laissée en place sur site après la réhabilitation.</p> <p>Des surveillances ultérieures pourront être nécessaires. Il sera alors du ressort du responsable de la pollution d'en assurer (y compris financièrement) l'organisation régulière.</p>
Restrictions d'usage	<p>La mise en place de restrictions peut engendrer un coût lié à la dépréciation des terrains.</p> <p>Dans certains cas, le responsable de la pollution devra indemniser les propriétaires concernés par la mise en place d'une restriction d'usage les concernant.</p>

11 MESURES DE GESTION – TERRES EXCAVÉES EN LIEN AVEC LE PROJET D'AMÉNAGEMENT DU SITE D'ÉTUDE

11.1 Anomalies métalliques au droit des futurs espaces verts

Une cartographie des impacts en métaux lourds retrouvés au droit du site est disponible en annexe A4.1. Celle-ci a été réalisée à partir des teneurs en métaux lourds enregistrées lors des diagnostics d'ARTELIA 2018 et ABO-ERG 2022/2023. Au regard des métaux lourds retrouvés, cette cartographie a été construite à partir des teneurs en métaux lourds mesurées supérieures au référentiel du RMQS, déterminant la présence/l'absence d'impacts en métaux lourds en comparaison de valeurs géologiques locales.

11.1.1 Projet d'aménagement

Le projet d'aménagement prévoit la réalisation d'espaces verts au droit du site. Toutefois, pour des contraintes de topographie, il n'est pas possible de mettre en œuvre les matériaux sains au-dessus des sols déjà existants. Ainsi, le présent paragraphe présente les estimations de volumes nécessaires à terrasser pour mise en place de matériaux d'apports sains. L'hypothèse repose sur le terrassement de 30 cm au droit des futurs EV privés et publics.

Par ailleurs, la SERL a précisé que pour préserver certains arbres présents sur la friche, le recouvrement de surface ne serait pas envisageable (terrassements des sols pouvant endommager/affaiblir l'ensemble racinaire des arbres existants sur un rayon de 2 m autour des végétaux concernés ; apports de matériaux en l'absence de terrassements pouvant asphyxier les arbres existants).

À noter également que ces sols présentent à la fois des impacts en métaux sur matière brute, mais également un caractère non inerte au sens de l'Arrêté du 12/12/14.

Concernant les futurs espaces verts qui seront créés, sans problématique spécifique de préservation des arbres, une estimation des volumes et des coûts associés à leur évacuation en filière adaptée a été réalisée.

À noter que les espaces verts présentant un recouvrement de surface en stabilisé, permettant ainsi la suppression du contact direct avec les sols, n'ont pas été pris en compte dans le calcul des volumes.

La cartographie de localisation des superficies concernées par des déblais non inertes est disponible en **annexe A4.1**, dans la limite des investigations réalisées.

11.1.2 Gestion des anomalies métalliques

D'une façon générale, les préconisations vis-à-vis des anomalies métalliques retrouvées dans les sols superficiels voués à rester en place et à nu dans le cadre du projet consistent à la mise en place d'un recouvrement pérenne des sols par des matériaux d'apport (30 cm de terres saines constatés après compactage) ou un revêtement minéral et la mise en place d'une membrane géotextile permettant la séparation physique des matériaux.

Il est également possible de réaliser sur site un confinement de ces terres présentant des anomalies métalliques comme terres d'apports en remblaiement de fouille. En effet, une réutilisation des terres excavées présentant uniquement des anomalies en métaux lourds sur matière brute (hors mercure) et éluât, en tant que remblais au droit du site permettrait une réduction des coûts de gestion des matériaux impactés hors site. Il conviendrait toutefois, si une partie de ces terres est amenée à rester en place, de prévoir de la même façon une isolation de surface en conséquence, avec à minima un recouvrement imperméable de surface sous validation géotechnique pour la réutilisation des remblais.

Il convient également d'ajouter à ces anomalies métalliques hétérogènes, la présence de mâchefers dont la distribution spatiale et la taille des éléments retrouvés, ne permettent pas de garantir la compatibilité des sols superficiels conservés en place avec le futur projet d'aménagement.

11.2 Gestion des déblais liés au projet d'aménagement

Les terres excavées peuvent être gérées selon deux modalités, la gestion sur site des terres excavées ou la gestion hors site des terres excavées excédentaires, en fonction de la qualité chimique et géotechnique (remblais à caractéristiques hétérogènes) des terres et des contraintes du projet d'aménagement.

Dans le cadre d'une **réutilisation des terres sur site**, les sols assimilables à des déchets inertes au sens de l'arrêté ministériel du 12/12/14 peuvent faire l'objet d'un réemploi / d'une valorisation sur site ou hors site (Article L541-30-1 du code de l'environnement). A noter également qu'une réutilisation des terres excavées présentant uniquement des anomalies en métaux lourds sur matière brute et sur éluât, en tant que remblais au droit du site permettrait une réduction des coûts de gestion des matériaux impactés. Il conviendra, si une partie des terres est amenée à rester en place, de prévoir une isolation de surface en conséquence.

La **gestion hors site des terres excavées** excédentaires comprend les solutions de gestion suivantes :

- Réutilisation (valorisation) hors site (en fonction de la qualité chimique et géotechnique des terres et des contraintes du projet d'aménagement).
Dans le cas de déchets non inertes, une opération de réemploi / valorisation pourrait être réalisée hors site sous réserve de réalisation d'une étude spécifique conformément au guide de réutilisation hors site des terres excavées établi par le BRGM.
- Evacuation en filière de stockage agréé : en fonction de la qualité chimique des terres. S'il n'existe aucune possibilité de réemploi / valorisation sur ou hors site, les terres excavées dans le cadre du projet d'aménagement doivent être orientées en filière adaptée.

Dans le cadre des terrassements prévus par le projet d'aménagement et d'une évacuation hors site des matériaux, des surcoûts de gestion des déblais pourraient être générés, dus aux déclassements de certains matériaux non inertes.

Le tableau ci-dessous synthétise, par ilots privé, les volumes de déblais non inertes, les pré orientations identifiées ainsi que les couts de gestion des futurs déblais non inertes en filière adaptée.

À noter qu'il a été pris une hypothèse de 1 m de terrassements au droit des futurs bâtiments de plain-pied, et une hypothèse de 3 m de terrassements au droit des futurs sous-sols prévus par les différents lots d'aménagements et de 30 cm au droit des futurs EV.

Les volumes indiqués pourront faire l'objet d'optimisation à l'avancement des travaux de terrassements via des analyses complémentaires de phase chantier.

Les coûts ne tiennent pas compte des travaux de terrassement/transport/ suivi du chantier par MOE/AMO.

Il est précisé que dans la limite des investigations réalisées, les futurs cheminements publics séparant les lots d'aménagement prévus par le projet, présentent des matériaux à priori inertes.

La cartographie de localisation des superficies concernées par des déblais non inertes est disponible en **annexe A4.2**.

Tableau 30 : Calculs estimatifs des coûts liés aux déblais non inertes générés par l'aménagement de chaque lot privé

Localisation	Pollution concentrée ou déblais non inertes	Sondages	Superficies approximatives (m²)	Volumes approximatifs (m³)	Tonnages approximatifs (t)	Pré-orientation	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette haute (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette haute (€)	Surcoût engendré par les déblais non inertes par rapport au projet initial considéré en déblais 100% inertes	Coût de dépollution pour rétablir la compatibilité sanitaire ou pour amélioration de l'état des milieux
Ilot 3 privé	Déblais Non inertes	SC1 (sous-sols)	820	1640	2952	Biocentre	147 600	206 640	147 600	206 640	Surcoûts de 118k€ à 148k€ par rapport à un scénario 100 % inerte	-
	Déblais inertes	Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte identifié		-	5901,5	10622,7	Considéré inerte suite aux investigations	-	106 227	212 454		
	Scénario déblais 100% inerte	Sous-sol	1646	4938	13574,7	Scénario 100% inerte	-	135747	271494			
		Plain-pied	1690	1690								
Espaces verts		3045	913,5									
Lot public entre Lots 3 et 4		Déblais inertes										
Ilot 4 privé	Déblais Non inertes	H16 (plain-pied)	170	170	306	ISDI +	9 180	13 770	128 844	193 266	Surcoûts de 86k€ à 108k€ par rapport à un scénario 100 % inerte	-
		SC3/H18/TM4 (sous-sols)	905	1810	3258	ISDI +	97 740	146 610				
		SC3 (plain-pied)	380	190	342	ISDI +	10 260	15 390				
		H16 (espaces verts)	720	216	388,8	ISDI +	11 664	17 496				
	Déblais inertes	Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte identifié		-	6424	11563,2	Considéré inerte suite aux investigations	-	115 632	231 264		
Scénario déblais 100% inerte	Sous-sol	1600	4800	15858	Inerte prévisionnel	-	158 580 €	317 160 €				
	Plain-pied	2900	2900									
	Espaces verts	3700	1110									
Lot public entre Lot 4 et Lot 5a	Pollution concentrée	H19	100	100	180	ISDND	-	10800	16200	Surcoûts de 9k€ à 13k€ par rapport à un scénario 100 % inerte	-	
		Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte identifié		-	1500	2700	Considéré inerte suite aux investigations	-	27000			54000
			Aménagement avec terrassement sur 1 m (hypothèse d'une superficie de 1600m²)	1600	1600	2880	Inerte prévisionnel	-	28800			57600
Ilot 5a privé	Déblais Non inertes	H21 (plain-pied)	230	230	414	ISDI +	12 420	18 630	106 380	156 870	Surcoûts de 75k€ à 94k€ par rapport à un scénario 100 % inerte	-
		SC6 (sous-sols)	330	990	1782	ISDI +	53 460	80 190				
		SC6/TM8 (sous-sols)	160	160	288	ISDI +	8 640	12 960				
		H21 (espaces verts)	300	90	162	ISDI +	4 860	7 290				
	Pollution concentrée	SC7 (sous-sols)	200	300	540	Biocentre	27000	37800				
	Déblais inertes	Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte identifié		-	5652	10173,6	Considéré inerte suite aux investigations	-	101 736	203 472		
Scénario déblais 100% inerte	Sous-sol	1713	5139	13359,6	Inerte prévisionnel	-	133596	267192				
	Plain-pied	1500	1500									
	Espaces verts	2610	783									
Lot public sur Ilot 5b		SC10	150	45	81	Biocentre	-	4050	5670	Surcoûts de 4k€ à 5k€ par rapport à un	-	
		Volume de déblais restant à gérer après		-	1155	2079	Considéré inerte suite aux	-	20790			41580

Localisation	Pollution concentrée ou déblais non inertes	Sondages	Superficies approximatives (m ²)	Volumes approximatifs (m ³)	Tonnages approximatifs (t)	Pré-orientation	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette haute (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette haute (€)	Surcoût engendré par les déblais non inertes par rapport au projet initial considéré en déblais 100% inertes	Coût de dépollution pour rétablir la compatibilité sanitaire ou pour amélioration de l'état des milieux	
		soustraction du volume de déblais non inerte identifié				investigations					scénario 100 % inerte		
		Espaces verts	4000	1200	2160	Inerte prévisionnel	-		21600	43200			
Ilot 5b privé	Déblais Non inertes	TM14 (plain-pied)	310	310	558	ISDND	33 480	50 220	71 784	105 876	Surcoûts de 56k€ à 74k€ par rapport à un scénario 100 % inerte	Estimation gestion d'un surterrassement de 10 cm pour amélioration de la qualité des milieux dans cette zone avec crèche (soit 20m3 sur SC8) : 2k€ à 3k€ de couts en plus pour cette dépollution	
		PzA8/H24 (plain-pied)	310	310	558	ISDI +	16 740	25 110					
		TM14 (espaces verts)	220	66	118,8	ISDI +	3 564	5 346					
	Pollution concentrée	SC8	200	200	360	Biocentre	18000	25200					
	Déblais inertes	Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte identifié		-	1104,7	1988,46	Considéré inerte suite aux investigations	-	-	19 885			39 769
		Scénario déblais 100% inerte	Sous-sol	0	0	3583,26	Inerte prévisionnel	-	-	35832,6			71665,2
Plain-pied			1712	1712									
Espaces verts	929		278,7										
Lot public sur Lot 5b	Déblais Non inertes	SC10	150	45	81	Biocentre	-		4050	5670	-	-	
Ilot 6a privé	Pollution concentrée	SC13bis	200	300	540	ISDND	32400	48600	75600	113400	Surcoûts de 4k€ à 5k€ par rapport à un scénario 100 % inerte	Estimation gestion des pollution pour mise en compatibilité du site par la SERL : 76k€ à 114k€ de couts de dépollution	
		SC13	200	200	360	ISDND	21600	32400					
		Pr2	200	200	360	ISDND	21600	32400					
		H03	100	50	90	Biocentre	-	-					4500
	Déblais inertes	Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte identifié		-	5588,8	10059,84	Considéré inerte suite aux investigations	-	-	100598,4			201196,8
		Scénario déblais 100% inerte	Sous-sol	1500	4500	10149,84	Inerte prévisionnel	-	-	101498,4			202996,8
Plain-pied	1000		1000										
Espaces verts	2796		838,8										
Ilot 6b privé	Déblais Non inertes	H29/H30 (espaces verts)	510	510	918	ISDI +	27 540	41 310	58 860	88 290	Surcoûts de 41k€ à 52k€ par rapport à un scénario 100 % inerte		
		H05 (espaces verts)	250	75	135	ISDND	8100	12150					
		PM9 (plain-pied)	280	280	504	ISDI +	15 120	22 680					
		H29/H30 (plain-pied)	500	150	270	ISDI +	8 100	12 150					
	Déblais inertes	Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte identifié		-	1760,3	3168,54	Considéré inerte suite aux investigations	-	-	31 685			63 371
		Scénario déblais 100% inerte	Sous-sol	0	0	4995,54	Inerte prévisionnel	-	-	49955,4			99910,8
Plain-pied	2166		2166										
Espaces verts	2031		609,3										
Lot public entre Lots 6b et 7		Déblais inertes											
Ilot 7 privé	Déblais Non inertes	TM17/H35/TM18 (sous-sol)	1 216	1216	2188,8	ISDI +	65 664	98 496	223 992	334 008	Surcoûts de 166k€ à 217k€ par rapport à un scénario 100 % inerte	Estimation gestion d'un surterrassement de 1,5m pour amélioration des milieux	
		TM17 (sous-sol)	380	760	1368	ISDI +	41 040	61 560					
		SC15 (sous-sol)	230	460	828	ISDND	49680	74520					
		TM18 (sous-sol)	370	370	666	ISDI +	19 980	29 970					
		H36 (plain-pied)	110	110	198	ISDI +	5 940	8 910					

Localisation	Pollution concentrée ou déblais non inertes	Sondages	Superficies approximatives (m ²)	Volumes approximatifs (m ³)	Tonnages approximatifs (t)	Pré-orientation	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette haute (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette haute (€)	Surcoût engendré par les déblais non inertes par rapport au projet initial considéré en déblais 100% inertes	Coût de dépollution pour rétablir la compatibilité sanitaire ou pour amélioration de l'état des milieux
	Pollution concentrée	PM11 (plain-pied)	110	110	198	ISDD	23 760	33 660				(soit 150m3 sur PzA10) : 16k€ à 25k€ (150 m3) de couts en plus pour cette dépollution
		H36 (espaces verts)	440	132	237,6	ISDI +	7 128	10 692				
	PzA10	100	100	180	ISDND	10 800	16 200					
	Déblais inertes	Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte identifié	-	2818	5072,4	Considéré inerte suite aux investigations	-	50 724	101 448			
	Scénario déblais 100% inerte	Sous-sol	1359	4077	10936,8	Inerte prévisionnel	-	109368	218736			
Plain-pied	1609	1609										
Espaces verts	1300	390										
Ilot 8 privé	Déblais Non inertes	H58/H38 (plain-pied)	475	475	855	ISDI +	25 650	38 475	501 246	743 139	Surcoûts de 391k€ à 521k€ par rapport à un scénario 100 % inerte	-
		TM24 (plain-pied)	145	145	261	ISDND	15660	23490				
		TM25 (plain-pied)	160	160	288	ISDD	34 560	48 960				
		H57/H56/TM27 (plain-pied)	440	440	792	ISDI +	23 760	35 640				
		TM26 (plain-pied)	540	540	972	ISDND	58320	87480				
		H43 (plain-pied)	150	150	270	ISDD	32 400	45 900				
		H54 (sous-sol)	330	330	594	ISDI +	17 820	26 730				
		TM22/H55 (sous-sol)	660	660	1188	ISDND	71280	106920				
		TM22 (sous-sol)	330	330	594	ISDND	35640	53460				
		H54/H55 (sous-sol)	660	660	1188	ISDI+	35 640	53 460				
		TM22/H54/H55 (sous-sol)	1 000	1000	1800	ISDI+	54 000	81 000				
		H58/H38 (espaces verts)	980	294	529,2	ISDI +	15 876	23 814				
		H43 (espaces verts)	200	60	108	ISDD	12 960	18 360				
		TM26 (espaces verts)	450	135	243	ISDND	14580	21870				
	H56/H57/TM27 (espaces verts)	1 800	540	972	ISDI +	29 160	43 740					
	H55 (espaces verts)	100	30	54	ISDND	3240	4860					
	SC17	50	100	180	Biocentre	9 000	12 600					
	SC18	100	130	234	Biocentre	11 700	16 380					
Déblais inertes	Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte	-	3925	7065	Considéré inerte suite aux investigations	-	70 650	141 300				
Scénario déblais 100% inerte	Sous-sol	2354	7062	18187,2	Inerte prévisionnel	-	181872	363744				
Plain-pied	1872	1872										
Espaces verts	3900	1170										
Lot public Lot 8	Déblais Non inertes	TM21	200	60	108	ISDND	6480	9720	49 961	74 941	Surcoûts de 38k€ à 51k€ par rapport à un scénario 100 % inerte Uniquement cas de l'aménagement des futurs espaces verts traités.	La gestion des surcoûts en lien à la mise en place des bassins d'infiltration n'a pas été calculée (pas de dimensionnement des bassins d'infiltration disponible). Attention toutefois à la présence d'anomalies ne permettant pas une infiltration des eaux sans amélioration de la qualité des terrains.
		TM19	200	60	108	ISDI +	3 240	4 860				
		SC19	617	185,1	333,18	ISDND	19990,8	29986,2				
		H44/H61	1 250	375	675	ISDI +	20 250	30 375				
	Déblais inertes	Volume de déblais restant à gérer après soustraction du volume de déblais non inerte	-	969,9	1745,82	Considéré inerte suite aux investigations	-	17458,2	34916,4			
Espaces verts Ouest	3 000	900	2970	Inerte prévisionnel	-	29700	59400					
Espaces verts Est	2 500	750										

Localisation	Pollution concentrée ou déblais non inertes	Sondages	Superficies approximatives (m²)	Volumes approximatifs (m³)	Tonnages approximatifs (t)	Pré-orientation	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette haute (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette haute (€)	Surcoût engendré par les déblais non inertes	Coût de dépollution pour rétablir la compatibilité sanitaire ou pour améliorer l'état des milieux
Ilot 3 privé	Déblais Non inertes	SC1 (sous-sols)	820	1640	2952	Biocentre	147 600	206 640	147 600	206 640	Surcoûts de 118k€ à 148k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	-
	Déblais inertes	-	-	5901,5	10622,7	INERTE	-	-	106 227	212 454		
Ilot 4 privé	Déblais Non inertes	H16 (plain-pied)	170	170	306	ISDI +	9 180	13 770	128 844	193 266	Surcoûts de 86k€ à 108k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	-
		SC3/H18/TM4 (sous-sols)	905	1810	3258	ISDI +	97 740	146 610				
		SC3 (plain-pied)	380	190	342	ISDI +	10 260	15 390				
		H16 (espaces verts)	720	216	388,8	ISDI +	11 664	17 496				
	Déblais inertes	-	-	6424	11563,2	INERTE	-	-	115 632	231 264		
Lot public entre Lot 4 et Lot 5a	Déblais Non inertes	H19	100	100	180	ISDND	-	-	10800	16200	Surcoûts de 9k€ à 13k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	-
	Déblais inertes	-	-	1500	2700	INERTE	-	-	27000	54000		
Ilot 5a privé	Déblais Non inertes	H21 (plain-pied)	230	230	414	ISDI +	12 420	18 630	106 380	156 870	Surcoûts de 75k€ à 94k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	-
		SC6 (sous-sols)	330	990	1782	ISDI +	53 460	80 190				
		SC6/TM8 (sous-sols)	160	160	288	ISDI +	8 640	12 960				
		H21 (espaces verts)	300	90	162	ISDI +	4 860	7 290				
		SC7 (sous-sols)	200	300	540	Biocentre	27000	37800				
	Déblais inertes	-	-	5652	10173,6	INERTE	-	-	101 736	203 472		
Lot public sur Ilot 5b	Déblais Non inertes	SC10	150	45	81	Biocentre	-	-	4050	5670	Surcoûts de 4k€ à 5k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	-
	Déblais inertes	-	-	1155	2079	INERTE	-	-	20790	41580		
Ilot 5b privé	Déblais Non inertes	TM14 (plain-pied)	310	310	558	ISDND	33 480	50 220	71 784	105 876	Surcoûts de 56k€ à 74k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	Estimation gestion d'un sur-terrassement de 10 cm pour amélioration de la qualité des milieux dans cette zone avec crèche (soit 20m3 sur SC8) 2k€ à 3k€ de coût en plus pour ce sur-terrassement.
		PzA8/H24 (plain-pied)	310	310	558	ISDI +	16 740	25 110				
		TM14 (espaces verts)	220	66	118,8	ISDI +	3 564	5 346				
		SC8	200	200	360	Biocentre	18000	25200				
	Déblais inertes	-	-	1104,7	1988,46	INERTE	-	-	19 885	39 769		
Ilot 6a privé	Matériaux objet d'une gestion spécifique	SC13bis	200	300	540	ISDND	32400	48600	75600	113400	Surcoûts de 4k€ à 5k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	Estimation gestion des pollutions pour mise en compatibilité du site par la SERL : 76k€ à 114k€ de couts de dépollution
		SC13	200	200	360	ISDND	21600	32400				
		Pr2	200	200	360	ISDND	21600	32400				
	Déblais Non inertes	H03	100	50	90	Biocentre	-	-	4500	6300		
	Déblais inertes	-	-	5588,8	10059,84	INERTE	-	-	100598,4	201196,8		
Ilot 6b privé	Déblais Non inertes	H29/H30 (espaces verts)	510	510	918	ISDI +	27 540	41 310	58 860	88 290	Surcoûts de 41k€ à 52k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	-
		H05 (espaces verts)	250	75	135	ISDND	8100	12150				
		PM9 (plain-pied)	280	280	504	ISDI +	15 120	22 680				
		H29/H30 (plain-pied)	500	150	270	ISDI +	8 100	12 150				
	Déblais inertes	-	-	1760,3	3168,54	INERTE	-	-	31 685	63 371		

Localisation	Pollution concentrée ou déblais non inertes	Sondages	Superficies approximatives (m²)	Volumes approximatifs (m³)	Tonnages approximatifs (t)	Pré-orientation	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation d'une fourchette haute (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette basse (€)	Coût de traitement - Estimation totale d'une fourchette haute (€)	Surcoût engendré par les déblais non inertes	Coût de dépollution pour rétablir la compatibilité sanitaire ou pour améliorer l'état des milieux
Ilot 7 privé	Déblais Non inertes	TM17/H35/TM18 (sous-sol)	1 216	1216	2188,8	ISDI +	65 664	98 496	223 992	334 008	Surcoûts de 166k€ à 217k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	Estimation gestion d'un sur-terrassement de 1,5m pour amélioration des milieux (soit 150m3 sur PzA10) : 16k€ à 25k€ (150 m3) de couts en plus pour ce sur-terrassement.
		TM17 (sous-sol)	380	760	1368	ISDI +	41 040	61 560				
		SC15 (sous-sol)	230	460	828	ISDND	49680	74520				
		TM18 (sous-sol)	370	370	666	ISDI +	19 980	29 970				
		H36 (plain-pied)	110	110	198	ISDI +	5 940	8 910				
		PM11 (plain-pied)	110	110	198	ISDD	23 760	33 660				
		H36 (espaces verts)	440	132	237,6	ISDI +	7 128	10 692				
		PzA10	100	100	180	ISDND	10 800	16 200				
	Déblais inertes	-	-	2818	5072,4	INERTE	-	-	50 724	101 448		
Ilot 8 privé	Déblais Non inertes	H58/H38 (plain-pied)	475	475	855	ISDI +	25 650	38 475	501 246	743 139	Surcoûts de 391k€ à 521k€ par rapport à un scénario 100 % inerte.	-
		TM24 (plain-pied)	145	145	261	ISDND	15660	23490				
		TM25 (plain-pied)	160	160	288	ISDD	34 560	48 960				
		H57/H56/TM27 (plain-pied)	440	440	792	ISDI +	23 760	35 640				
		TM26 (plain-pied)	540	540	972	ISDND	58320	87480				
		H43 (plain-pied)	150	150	270	ISDD	32 400	45 900				
		H54 (sous-sol)	330	330	594	ISDI +	17 820	26 730				
		TM22/H55 (sous-sol)	660	660	1188	ISDND	71280	106920				
		TM22 (sous-sol)	330	330	594	ISDND	35640	53460				
		H54/H55 (sous-sol)	660	660	1188	ISDI+	35 640	53 460				
		TM22/H54/H55 (sous-sol)	1 000	1000	1800	ISDI+	54 000	81 000				
		H58/H38 (espaces verts)	980	294	529,2	ISDI +	15 876	23 814				
		H43 (espaces verts)	200	60	108	ISDD	12 960	18 360				
		TM26 (espaces verts)	450	135	243	ISDND	14580	21870				
		H56/H57/TM27 (espaces verts)	1 800	540	972	ISDI +	29 160	43 740				
	H55 (espaces verts)	100	30	54	ISDND	3240	4860					
SC17	50	100	180	Biocentre	9 000	12 600						
SC18	100	130	234	Biocentre	11 700	16 380						
Déblais inertes	-	-	3925	7065	INERTE	-	-	70 650	141 300			
Lot public Lot 8	Déblais Non inertes	TM21	200	60	108	ISDND	6480	9720	49 961	74 941	Surcoûts de 38k€ à 51k€ par rapport à un scénario 100 % inerte. Uniquement cas de l'aménagement des futurs espaces verts traités.	La gestion des surcoûts en lien à la mise en place des bassins d'infiltration n'a pas été calculée (pas de dimensionnement des bassins d'infiltration disponible). Attention toutefois à la présence d'anomalies ne permettant pas une infiltration des eaux sans amélioration de la qualité des terrains.
		TM19	200	60	108	ISDI +	3 240	4 860				
		SC19	617	185,1	333,18	ISDND	19990,8	29986,2				
		H44/H61	1 250	375	675	ISDI +	20 250	30 375				
	Déblais inertes	-	-	969,9	1745,82	INERTE	-	-	17458,2	34916,4		

Ces coûts ne tiennent pas compte des travaux de terrassement/blindage/suivi du chantier par MOE/AMO.

11.3 Bassins d'infiltration

Le projet d'aménagement prévoit l'installation de bassin d'infiltration, afin de permettre une gestion des eaux pluviales au droit du site d'étude. Dans ce cadre, des investigations complémentaires ont été réalisées au droit et à proximité des zones d'infiltration prévus à ce stade, afin d'en déterminer la qualité chimique des sols et les possibilités de positionnement de ces ouvrages.

Étant donné qu'aucune information concernant le dimensionnement de ces ouvrages n'a été communiquée à ABO-ERG, les sols ont été investigués entre des profondeurs de 0 à 3 m.

Une cartographie des résultats analytiques obtenus au droit et à proximité des futurs zones d'infiltrations prévu par le projet d'aménagement est disponible en **annexe A4.2**.

Celle-ci permet de mettre en évidence de forts impacts en métaux lourds sur éluât au droit de l'îlot 8, limitant les zones d'infiltrations potentielles des eaux pluviales. A l'Ouest de cet îlot, seul le sondage TM20 met en évidence des sols de qualité compatible avec une ré-infiltration sur site d'étude (entre des profondeurs de 0 à 3 m). Concernant la partie Est de cet îlot, le manque d'accès machine ne permet d'évaluer la qualité chimique des sols que sur un horizon superficiel d'un mètre de profondeur, qui met en évidence des sols de qualité aléatoire moyenne à médiocre selon la localisation des points de prélèvements.

Il conviendra donc de réaliser des investigations complémentaires au droit des espaces verts de l'îlot 8 afin de déterminer au mieux les possibilités d'implantation de ces bassins d'infiltration.

Concernant les autres zones d'infiltration réparties au droit de la friche, il est mis en évidence des sols de qualité chimique compatible avec une ré-infiltration des eaux pluviales sur site (entre des profondeurs de 0 à 3 m).

11.4 Analyses granulométriques

Dans l'optique d'une optimisation des futurs déblais à gérer en phase travaux, des analyses granulométriques ont été réalisées afin de permettre d'estimer la part d'éléments grossiers pouvant être considéré comme inertes pour les cailloux et blocs et présentant quelques mâchefers, des fractions fines considérées comme polluées.

Cette piste est explorée afin de permettre une réduction potentielle des surcoûts de gestion des futurs déblais lié à l'aménagement du site, en réduisant les volumes à gérer en filières non inertes.

Dans le cadre de ces analyses, il a été décomposé par le biais de 11 passants aux diamètres variant de 80 µm à 100 mm la part grossière de la part de fines composant les sols de la friche.

La pertinence de la taille du criblage devra être déterminée selon les objectifs de réutilisation des matériaux potentiellement sur site (besoin géotechnique). Dans le cas où ceux-ci viendraient à être évacués, une re-caractérisation en lot selon un diamètre de criblage permettra potentiellement, comme indiqué précédemment, de réduire les volumes non inertes. A noter toutefois la présence de mâchefers au droit du site qu'il conviendra de gérer de façon appropriée.

De façon générale, ces analyses appuient de nouveau sur l'hétérogénéité des remblais retrouvés sur le site, pour lesquels les tailles de cribles oscillent entre 20 et 80 mm de diamètre sur l'entièreté de la friche afin de permettre une première séparation des matériaux grossiers.

Il est mis en évidence que :

- 30 à 40 % des matériaux remblais du Nord de la friche (îlots 4 et 5a) sont supérieurs à 20 mm de diamètre et 0 à 10% supérieurs à 80 mm.
- 5 à 40 % des matériaux remblais du Sud de la friche (îlots 5b, 6 et 7) sont supérieurs à 20 mm de diamètre et ils sont tous inférieurs à 80 mm;
- 20 à 35 % des matériaux naturels retrouvés jusqu'à 3 m de profondeur (hypothèse de terrassements au droit des futurs sous-sols) sont supérieurs à 20 mm de diamètre et 0 à 20 % pour 80 mm.

12 CONCLUSION ET PRECONISATIONS

12.1 Contexte

Le groupe SERL a sollicité ABO-ERG ENVIRONNEMENT pour la réalisation d'une mission d'investigations complémentaires des milieux Sol, Eaux Souterraines et Gaz du sol au sein de la ZAC La Saulaie, sur la commune d'Oullins (69 600). Pour rappel, la ZAC La Saulaie consistera en une programmation urbaine mixte devant accueillir des logements, des activités tertiaires, des équipements tels qu'un groupe scolaire (GS), des parcs d'activités sportives et nautiques, un centre technique municipal (CTM) et des espaces extérieurs.

Dans le cadre du présent rapport, l'objectif principal de la mission est de vérifier la compatibilité sanitaire du site en ce qui concerne le risque inhalation dans les futurs bâtiments prévus par le projet d'aménagement, et de réaliser un Plan de Gestion des terres excavées induit par la présence des futurs terrassements.

Il est rappelé que, conformément à la circulaire du 8 février 2007 relative à l'implantation sur des sols pollués d'établissements des populations sensibles, « la construction de ses établissements doit en principe être évitée sur des sites pollués, notamment lorsqu'il s'agit d'anciens sites industriels. [...] Toutefois, compte tenu de contraintes urbanistiques ou sociales, il peut advenir qu'un site alternatif non pollué ne puisse être choisi. Une telle impossibilité mérite néanmoins d'être étayée par un bilan des avantages et inconvénients des différentes options de localisation. »

Dans une telle situation, la circulaire propose au maître d'ouvrage un ensemble de mesures dont la mise en œuvre est fortement recommandée pour répondre aux enjeux de tels projets.

Notre intervention a porté sur un terrain d'une superficie d'environ 67 000 m², répartis sur les parcelles cadastrales n°196, 239 (pour partie), 294 à 300, 302 à 304, 306 et 307 de la section cadastrale AM, de la section cadastrale AM. Seuls les terrains en friche font l'objet des investigations environnementales du présent rapport.

Cette étude intervient suite à la réalisation :

- d'une synthèse environnementale reposant sur une étude historique et documentaire ainsi qu'une synthèse des études antérieures existantes réalisées par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (rapport référencé 22LES066Aa/ENV/GBS/IRT-49589 en date du 20/09/2022) ;
- du diagnostic environnemental des milieux sol, gaz des sols et eaux souterraines, réalisé par ABO-ERG ENVIRONNEMENT (rapport référencé 22LES066Ac/GBS/IRT/49590 en date du 21/09/2022 et mis à jour en date du 27/04/2023).

En parallèle de notre étude, la société SNCF Réseau s'est vu demander la remise en état de trois zones localisées au droit du site, sur les anciens ateliers du matériel d'Oullins Voitures (AMOV), par arrêté préfectoral du 14/10/2021. Afin de répondre à ses obligations réglementaires, SNCF Réseau a missionné TESORA pour la réalisation d'un diagnostic de la qualité des milieux et d'un plan de gestion Affaire n°A22.2263.A.V4 daté du 21/06/2022 afin de définir l'étendue des impacts et la stratégie de réhabilitation (pour un usage similaire à sa dernière utilisation). Ce plan de gestion a été mis à jour dans une note de TESORA datée du 03/11/2022. En parallèle de cette note, un suivi environnemental des eaux souterraines a été réalisé et exposé au sein du rapport n°A22.2263.A.V1 daté du 21/11/2022.

La gestion de ces 3 zones où des pollutions concentrées ont été identifiées est de la responsabilité de SNCF Réseau et ne concerne donc pas la présente étude.

12.2 Evaluation des risques sanitaires

Les analyses de gaz du sol réalisées au droit du site ont révélé la présence d'hydrocarbures, de BTEX et COHV. Trois EQRS ont été élaborées à partir des teneurs retrouvées au droit du site.

Cas 1

Une première étude a été réalisée à partir de l'ensemble des teneurs les plus importantes enregistrées au droit du site pour chaque paramètre, en excluant volontairement les résultats analytiques de l'ouvrage PzTesora (ouvrage localisé au droit d'une zone où un projet de dépollution est prévu par la SNCF).

En se basant sur les teneurs maximales mesurées dans les gaz du sol du site pour évaluer l'exposition des futurs occupants dans des logements de plain-pied sans niveau de sous-sol par inhalation de substances volatiles, l'IR cumulé est inférieur à 1, ce qui amène à conclure **à l'absence de risque pour les effets à seuil**. Toutefois, l'ERI cumulé est inférieur à 10^{-5} : **le niveau de risque est inacceptable pour les effets sans seuil**. Au vu des résultats IR et ERI, les calculs d'incertitudes n'ont pas été réalisés pour le cas 1.

Le cas n° 1 ne tient pas compte de l'ouvrage Pz Tesora implanté au sud de la zone broierie, il représente donc l'état résiduel attendu après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF (en considérant une dépollution jusqu'à 6 m dans la zone broierie). Compte tenu des données nouvelles concernant les travaux prévus par la SNCF laissant une pollution résiduelle en COHV (10 à 13 mg/kg de COHV de 4 à 6 m de profondeur), ce cas représente donc l'état résiduel attendu hors zone broierie. Il apparaît que les niveaux de risques ne sont pas acceptables.

Cas 2

Une seconde étude a été réalisée à partir de l'ensemble des teneurs les plus importantes enregistrées au droit du site pour chaque paramètre, en excluant volontairement les résultats analytiques des ouvrages Pz11 (ouvrage localisé au droit d'un futur sous-sol qui fera l'objet de terrassement) et PzTesora.

En se basant sur les teneurs maximales mesurées dans les gaz du sol du site pour évaluer l'exposition des futurs occupants dans des logements de plain-pied sans niveau de sous-sol par inhalation de substances volatiles, l'IR cumulé est inférieur à 1, ce qui amène à conclure **à l'absence de risque pour les effets à seuil**. De plus, l'ERI cumulé est inférieur à 10^{-5} : **le niveau de risque est inacceptable pour les effets sans seuil**. Au vu des résultats IR et ERI, les calculs d'incertitudes n'ont pas été réalisés pour le cas 2.

Le cas n°2 représente l'état résiduel attendu après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF et après aménagement des niveaux de sous-sols prévus par le projet d'aménagement au droit de Pza11. Il apparaît que les niveaux de risques ne sont toujours pas acceptables.

Cas 3

Une troisième étude a été réalisée à partir de l'ensemble des teneurs les plus importantes enregistrées au droit du site pour chaque paramètre, en excluant volontairement les résultats analytiques des ouvrages Pr02 (ouvrage présentant les impacts les plus importants identifiés en composés chlorés, PzA11 et PzTesora).

En se basant sur les teneurs maximales mesurées dans les gaz du sol du site pour évaluer l'exposition des futurs occupants dans des logements de plain-pied sans niveau de sous-sol par inhalation de substances volatiles, l'IR cumulé est inférieur à 1, ce qui amène à conclure **à l'absence de risque pour les effets à seuil**. De plus, l'ERI cumulé est inférieur à 10^{-5} : **le niveau de risque est acceptable pour les effets sans seuil**.

Le cas n°3 (calculs réalisés hors PzA11 et Pr02) représente l'état résiduel attendu après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF, après aménagement des niveaux de sous-sols prévus par le projet d'aménagement au droit de PzA11, et après exclusion des résultats analytiques mesurées au droit de l'ouvrage Pr02. En effet, cet ouvrage présente la majorité des teneurs ayant le plus d'incidence sur les calculs de compatibilité sanitaire à l'échelle du site. Il apparaît que les niveaux de risques sont acceptables.

Ce cas n°3 constitue ainsi l'ARR prédictive après travaux de réhabilitation complémentaire par la SERL.

Il convient donc de mener une mise en compatibilité du site sur les matériaux caractérisés par le piézair Pr02, où une incompatibilité sanitaire du site vis-à-vis du projet d'aménagement est mise en évidence.

Ainsi, l'ARR prédictive réalisée met en exergue que, hors zone broierie, le site est compatible pour l'usage et l'aménagement projeté après réalisation des travaux de dépollution par la SNCF et par la SERL.

A l'issue des travaux, il est préconisé de façon générale de vérifier les teneurs résiduelles après réalisation des travaux de dépollution pour confirmation de la compatibilité d'usage.

Dans le cas où l'abattement n'assurerait pas la comptabilité sanitaire, des mesures de gestion seront préconisées (travaux complémentaires par sparging / venting par exemple, mise en place de vide sanitaire, ventilation, géomembrane, ...).

Etant donné que le cas n°3 présente les teneurs les plus fortes mises en évidence au droit du site d'étude, qui restent toutefois compatibles avec l'usage résidentiel prévu, ces concentrations dans les gaz de sols serviront de teneurs indicatives lors de la réhabilitation du secteur concerné par l'ouvrage Pr02.

12.3 Evaluation des mesures de gestion

12.3.1 Contexte

Le site ayant déjà fait l'objet de travaux de dépollution historiques, une étude sanitaire a été réalisée par ABO-ERG ENVIRONNEMENT afin de vérifier la compatibilité actuelle du site d'étude vis-à-vis des projets d'aménagements envisagés.

Suite à cette étude, il est mis en évidence que le site est compatible sanitaire avec le projet d'aménagement, uniquement par l'exclusion des matériaux retrouvés au droit du piézair Pr02, dont les impacts mesurés dans les gaz du sol ne sont pas compatibles avec l'usage résidentiel prévu.

12.3.2 Travaux de mise en compatibilité du site

Au regard de l'incompatibilité sanitaire du site en lien avec les pollutions ayant été retrouvées au droit du secteur du piézair Pr02, les mesures de gestion identifiées par ABO-ERG ENVIRONNEMENT aboutissent aux terrassements des matériaux impactés en COHV (couplé avec des anomalies hydrocarburées).

En effet, les matériaux impactés en COHV (teneurs prépondérantes retrouvées dans les gaz du sol) sont présents à des teneurs identifiées en 0 et 1,5 m de profondeur au maximum.

A l'issue des terrassements, ABO-ERG ENVIRONNEMENT réalisera des prélèvements de gaz des sols afin de vérifier la compatibilité sanitaire. En cas de résultats incompatibles, la poursuite des terrassements pourra être demandé.

Les pollutions retenues représentent un volume total de 700 m³ à gérer.

12.3.3 Granulométrie

Il apparait que les remblais sont globalement constitués d'éléments fins, une solution de criblage pourrait être envisagée à partir d'un refus de crible de 20 mm (tri de 5 à 40 %) afin de limiter les surcoûts des déblais liés à la gestion des matériaux impactés.

12.3.4 Pré-sélection des techniques pour mise en compatibilité du site

Compte tenu de la nature de la contamination mise en exergue dans les sols au droit du site et de la connaissance des sols, les différents modes de traitement envisageables en fonction de la nature des polluants sont les suivants :

- **Scénario 1 - Méthode physique par évacuation de la pollution hors site** : Terrassement / transport / évacuation en filière adaptée / remblaiement (à adapter au phasage d'aménagement du site).
- **Scénario 2 – Méthode biologique on site** : Terrassement / traitement sur site par criblage / évacuation en filière adaptée / remblaiement (à adapter au phasage d'aménagement du site).

Au vu du tableau de synthèse établi précédemment, le bilan coûts/avantages met en avant les 2 scénarios ont une note globale de 242/245 (4.9/5). Ces 2 scénarios restent tout autant envisageables l'un que l'autre.

Les coûts associés aux scénarios 1 sont estimés entre 89 à 137 k€ HT et ceux associés au scénario 2 sont estimés entre 80 à 123 k€ HT.

12.4 Gestion de déblais liés aux projets d'aménagement

12.4.1 Gestion des anomalies métalliques superficielles et préconisations

Au droit des futurs EV, il est préconisé de mettre en place un recouvrement pérenne des sols de surface sur l'ensemble des zones non bâties, par des matériaux d'apport (30 cm de terres saines constatés après compactage) ou un revêtement minéral après terrassements et mise en place d'un géotextile.

Pour des contraintes de topographie, il ne sera pas toujours possible de mettre en œuvre les matériaux sains au-dessus des sols déjà existants.

12.4.2 Gestion des déblais liée au projet d'aménagement

Les hypothèses projet validée par la MOA reposent sur des terrassements de 1 m au droit des futurs bâtiments de pleins pieds, de 3 m au droit des futurs sous-sol et de 30 cm au droit des futurs EV. Les estimations ne tiennent pas compte des déblais inertes.

Les volumes indiqués pourront faire l'objet d'optimisation à l'avancement des travaux de terrassements via des analyses complémentaires en phase chantier.

Ces coûts sont présentés au sein du **Chapitre 11.2**.

12.4.3 Bassins d'infiltration

Les investigations réalisées mettent en évidence des anomalies en polluants sur éluat, limitant les possibilités d'infiltration au droit de l'ilot 8.

Il conviendra donc de réaliser des investigations complémentaires au droit des espaces verts de l'ilot 8 afin de déterminer au mieux les possibilités d'implantation de ces bassins d'infiltration.

Concernant les autres zones d'infiltration réparties au droit de la friche, il est mis en évidence des sols de qualité chimique compatible avec une ré-infiltration des eaux pluviales sur site (entre des profondeurs de 0 à 3 m).

12.4.4 Granulométrie

Il apparaît que les remblais sont globalement constitués d'éléments fins, une solution de criblage pourrait être envisagée à partir d'un refus de crible de 20 mm (tri de 5 à 40 %) afin de limiter les surcoûts dû à la gestion des déblais liés aux aménagements.

12.5 Dispositions constructives

12.5.1 Sélection des dispositions constructives

La principale mesure de gestion constructive retenue consiste au recouvrement des espaces non revêtus. Cette mesure de gestion est déjà prévue dans le cadre du projet (zones bâtis et futurs espaces verts - hors espaces verts nécessitant une conservation intacte des milieux actuels pour lesquels des compléments analytiques au cas par cas seront nécessaires).

Compte tenu des pollutions identifiées dans les gaz des sols, notamment en COHV, il conviendra de concevoir des réseaux d'adduction en eau potable empêchant la perméation des composés volatils (matériaux en acier).

Il est préconisé de façon générale de vérifier les teneurs résiduelles après réalisation des travaux de dépollution pour confirmation de la compatibilité d'usage par le biais d'une Analyses des Risques Résiduels (ARR). Conformément au guide des bonnes pratiques, au regard de la variabilité de ce milieu, une campagne complémentaire de contrôle des gaz du sol est préconisée afin de vérifier les teneurs résiduelles après démolition et réalisation des travaux de dépollution pour validation de la compatibilité d'usage.

Dans le cas où l'abattement n'atteindrait pas les niveaux escomptés, des mesures de gestion seront préconisées (de type vide sanitaire, ventilation, géomembrane, ...).

12.5.12 Identification des restrictions d'usage adaptées aux enjeux

Rappelons que les restrictions d'usage servent à « informer sur les risques résiduels, encadrer les usages (notamment la réalisation de travaux ultérieurs comme par exemple l'intervention sur des canalisations), et pérenniser la conservation des informations sur l'état environnemental du site ».

Conformément aux préconisations du guide de la DGPR, la restriction d'usage retenue est la SUP car elle doit être favorisée et elle est adaptée dans le contexte du site.

Les restrictions du dossier de SUP porteront sur les usages et activités possibles et préciseront que tout autre usage selon les secteurs sera soumis à études complémentaires préalables. Les objets sur lesquels elles porteront consisteront notamment en :

- L'interdiction de tout usage des eaux souterraines au droit du site,
- Le maintien de la pérennité du complexe de couverture,
- En ce qui concerne les cultures potagères sur le site, qui ne sont pas exclues (même si non localisées à ce stade du projet), l'hétérogénéité des anomalies métalliques superficielles incite à préconiser une vérification au cas par cas, comme au niveau des lots privés pour évaluer la possibilité d'implanter des cultures, sur les zones qui seraient concernées.

12.5.13 Qualité géotechnique des sols

ABO-ERG Environnement tient à mettre en garde la SERL sur l'impact des sur-terrassements causés par la prise en charge des matériaux impactés identifiés.

En effet, les matériaux impactés localisées au-delà d'un mètre de profondeur, au droit de zones du projet prévues avec un terrassement d'un mètre uniquement, seront susceptibles de causer une problématique géotechnique quant à la déstructuration des sols en place.

Il conviendra donc lors de la réalisation des travaux de dépollution, et du rebouchage des fouilles, d'assurer un contrôle de la compatibilité géotechnique des sols remis en place. Ces zones travaux devront être gardées en mémoire afin qu'elles soient prises en compte lors de la réalisation des études géotechniques.

12.5.14 Conservation en mémoire

Conformément aux textes méthodologiques d'avril 2017, il est recommandé de conserver en mémoire les anomalies identifiées au niveau des zones impactées qui seraient maintenues en place et un dispositif réglementaire de restriction d'usage devra être mis en œuvre, pour indiquer les risques, les usages possibles et les mesures à prendre, en cas de travaux sur site et/ou de changement d'usage.

Un dispositif réglementaire de restriction d'usage devra être mis en œuvre pour préciser les modalités d'exploitation et d'entretien éventuellement nécessaire au maintien de la pérennité dans le temps de confinement mis en place. Ces dispositifs de restrictions d'usage permettront également d'indiquer les risques, les usages possibles et les mesures à prendre en cas de travaux sur site.

Ce rapport doit être annexé à tous les actes administratifs et/ou porté à la connaissance d'un futur acquéreur éventuel afin de conserver la mémoire du site.

En cas de changement d'usage, les conclusions de cette étude devront être revues et il sera donc nécessaire de révéifier la compatibilité sanitaire du site avec ce nouvel usage.

12.6 Préconisations générales

Lors de tous travaux d'aménagement, le Maître d'Ouvrage prendra toutes les précautions d'usage (caractérisation, sécurisation, ...) en cas d'éventuelles découvertes suspectes voire inhabituelles d'un point

de vue environnemental (ouvrage enterré de stockage, sols odorants, strate d'aspect non sain,...), notamment, en termes de gestion des terres (élimination en centre autorisé si nécessaire).

En particulier, conformément à la législation en vigueur, si le projet d'aménagement devait générer l'excavation et l'évacuation hors site de matériaux, des analyses des futurs déblais selon les critères de l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014 sont préconisées afin de connaître la filière d'orientation de ces déblais, et ainsi vérifier leur acceptabilité ou non en Installation de Stockage de Déchets Inertes au sens de l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014.

12.7 Limites de l'étude

La présente étude a été établie sur la base des résultats des investigations réalisées jusqu'à présent.

Le bâtiment présent au droit de la friche n'a pas été investigué (bâtiment non sécurisé pour permettre des investigations). Pour rappel, le projet prévoit une réhabilitation de ce bâtiment pour un futur usage commercial.

La présente étude n'est valable que pour l'aménagement et l'usage pris en compte dans la présente étude. Le site devra donc faire l'objet d'une nouvelle étude si une modification de son usage futur et/ou de sa configuration future (par rapport à l'usage tel qu'il a été pris en compte dans le présent rapport) était envisagée.

En cas de toute modification d'aménagement, il sera nécessaire d'établir un nouveau schéma conceptuel, le cas échéant un programme d'investigations complémentaires.

L'étude et les conclusions sont élaborées en l'état actuel des données réglementaires et des valeurs de bruit de fond (valeurs de comparaison), scientifiques (valeurs toxicologiques de référence) et techniques (méthodes de prélèvements et d'analyses notamment). Elles reposent donc sur les connaissances disponibles au moment de la présente étude.

Gwendoline BERAS
Ingénieure d'études SSP



ANNEXES

A1. DONNEES GENERALES SUR LE SITE

- A1.1 Vue aérienne actuelle du site
- A1.2 Cartographie IGN du site
- A1.3 Cadastre du site d'étude
- A1.4 Projet d'aménagements de la ZAC

A2. ETUDE SANITAIRE

- A2.1 Choix des VTR
- A2.2 Paramètres de modélisation des transferts AIR
- A2.3 Feuilles de calculs des risques sanitaires (Cas 1)
- A2.4 Feuilles de calculs des risques sanitaires (Cas 2)
- A2.5 Feuilles de calculs des risques sanitaires (Cas 3)
- A2.6 Etudes d'incertitudes (Cas 3)

A3. ETUDE GRANULOMETRIQUE

- A3.1 Bordereaux analytiques – Essais granulométriques
- A3.2 Plan d'implantation des essais granulométriques et coupes lithologiques

A4. GESTION DE DEBLAIS

- A4.1 Cartographie des déblais superficiels liés aux espaces verts
- A4.2 Cartographie des déblais liés au projet d'aménagement

A1	DONNEES GENERALES SUR LE SITE
-----------	--------------------------------------

A1.1	Vue aérienne actuelle du site
-------------	--------------------------------------



Périmètre de la
ZAC La Saulaie

Zone
d'étude



Échelle 1 : 6 831

0 — 100 m

Diagnostic environnemental – ZAC Saulaie, Oullins (69)

Localisation du site à l'étude sur vue aérienne

Source : Géoportail

Dossier n° : 22LES066Ac

Version : 1.0

Etabli par : GBS

Echelle : Graphique

Date : 29/08/2022



A1.2	Cartographie IGN du site
-------------	---------------------------------

A1.3	Cadastre du site d'étude
-------------	---------------------------------



Périmètre de la ZAC La Saulaie

Zone d'étude



Échelle 1 : 6 831

0 — 100 m

Diagnostic environnemental – ZAC Saulaie, Oullins (69)		
Localisation du site à l'étude sur cadastre <i>Source : Géoportail</i>		
Dossier n° : 22LES066Ac Version : 1.0 Etabli par : GBS	Echelle : Graphique Date : 29/08/2022	

A1.4	Projet d'aménagements de la ZAC
-------------	--



Aménagement de la ZAC La Saulaie à Oullins / La Mulatière

MAITRISE D'OUVRAGE



PHASE AVP

Société d'Équipement du Rhône et de Lyon
4 boulevard Eugène Desuelle, CS 13312
69 427 Lyon cedex 03



MAITRISE D'OEUVRE



Bât Aretha - Jazz Parc
Espace Saint Germain
39 AVENUE DU GENERAL LECLERC
38217 VIENNE CEDEX
TEL: 04 74 53 22 58
FAX: 04 74 53 34 77
E-MAIL: ingerop.vienne@ingerop.com

ILEX SAS



7 Place Puits de Chavannes
69600 Lyon
TEL: 04 78 38 69 69
E-MAIL: contact@presents.fr

PRESENTS



31 rue Marmont
69600 Lyon
TEL: 04 78 38 69 69
E-MAIL: contact@presents.fr

Ind.	Date	Établi	Vérifié	Validé	Modification
0					
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

Format:

Echelle:

N°

A2	ETUDE SANITAIRE
-----------	------------------------

A2.1	Choix des VTR
-------------	----------------------

1.1 Choix des VTR

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence est réalisée en appliquant la réglementation en vigueur. En effet, la circulaire ministérielle du 8 février 2007 stipule que « les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) seront choisies conformément aux instructions de la circulaire du 30 mai 2006 du ministère en charge de la santé ». Cette circulaire a été abrogée par la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de la Direction Générale de la Prévention des Risques, référencée « DGS/EA1/DGPR/2014/307 », en date du 31 octobre 2014.

Cette note indique que les VTR doivent être recherchées dans l'une des 8 bases de données suivantes :

- **ANSES** (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail),
- **US EPA** (United States Environmental Protection Agency), **ATSDR** (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), **OMS / IPCS** (Organisation Mondiale de la Santé / International Program on Chemical Safety),
- **Health Canada, RIVM** (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu : Institut national de la santé publique et de l'environnement des Pays-Bas), **OEHHA** (Office of Environmental Health Hazard Assessment : antenne californienne de l'US EPA) ou **EFSA** (European Food Safety Authority).

Les substances présentes dans les milieux d'exposition peuvent avoir deux types d'effets sur la santé humaine :

➤ Effets à seuil (effets déterministes)

Les substances à effets déterministes n'induisent un effet nuisible pour la santé humaine qu'à partir d'une certaine dose. Il n'y a pas d'effet sanitaire tant que l'exposition reste inférieure à un certain seuil. Au-delà de cette dose sans effet, les effets sur la santé apparaissent.

Pour les substances à seuil, la valeur toxicologique de référence (correspondant à la dose sans effet) est appelée Dose Journalière Tolérable (DJT) ou Dose Journalière Admissible (DJA).

La DJT est définie à partir de bases de données toxicologiques telles qu'énumérées précédemment.

➤ Effets sans seuil (effets probabilistes)

Pour les substances à effets probabilistes (cas des substances cancérigènes), la probabilité de survenue de l'effet est proportionnelle à l'exposition.

Pour les substances à effets sans seuil, la valeur toxicologique de référence est appelée Excès de Risque Unitaire (ERU). Il s'agit de la probabilité supplémentaire par rapport à un sujet non exposé qu'un individu a de développer l'effet s'il est exposé sur une vie entière à une unité de dose ou de concentration de toxique.

L'ERU est défini à partir de bases de données toxicologiques énumérées précédemment.

Lorsque plusieurs VTR relatives à la voie d'exposition pertinente sont disponibles dans la littérature pour une substance donnée, le choix de la VTR doit être établi en appliquant la méthode décrite dans la note de la Direction Générale de la Santé (DGS) du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact.

Cette circulaire recommande :

- de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données ;
- à défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, de retenir les VTR correspondantes,

sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente ;

- sinon, de sélectionner la VTR la plus récente parmi les trois bases de données suivantes : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
- enfin, si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), d'utiliser la dernière VTR proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA

Les VTR des substances retenues pour l'EQRS sont présentées dans le Tableau 1 pour l'exposition par inhalation.

Tableau 1 : VTR retenues pour l'exposition par inhalation

Composés chimiques	Valeur de référence effets à seuil (µg/m ³)	Valeur de référence effets sans seuil (µg/m ³) ¹
BTEX		
Benzène	10 (ANSES, 2008)	2.6E-05 (ANSES, 2014)
Toluène	19 000 (ANSES, 2017)	Non disponible
Ethylbenzène	1 500 (ANSES, 2016)	2,50E-06 (OEHHA, 2011)
Xylènes	100 (ANSES 2020)	Non disponible
HYDROCARBURES ALIPHATIQUES		
>C5 – C6	1 000 (TPHCWG)	Non disponible
>C6 – C8	1 000 (TPHCWG)	Non disponible
>C8 – C10	1 000 (TPHCWG)	Non disponible
>C10 - C12	1 000 (TPHCWG)	Non disponible
>C12 - C16	1 000 (TPHCWG)	Non disponible
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS		
Dichlorométhane	1 100 (ATSDR, 2000)	1 ^E -06 (OEHHA 2009)
Trans 1,2-Dichloroéthène	7,90 ^E +01 (RIVM, 1996)	Non disponible
Cis 1,2-Dichloroéthène	6,00 ^E +01 (RIVM, 2009)	Non disponible
Chloroforme	63 (ANSES, 2008)	2,30E-05 (US EPA, 2001)
1,1-Dichloroéthane	Non disponible	1.6 ^E -06 (OEHHA, 2009)
1,2-Dichloroéthane	3,00 ^E +03 (ATSDR, 2001)	2,6 ^E -05 (US EPA, 1991)
1,1,1-Trichloroéthane	1,00 ^E +03 (OEHHA, 2008)	Non disponible
Trichloroéthylène	3 200 (ANSES, 2018)	1,00E-06 (ANSES, 2018)
Tétrachloroéthylène	110 (ANSES, 2017)	2,60E-07 (ANSES, 2017)
Tétrachlorométhane	Non disponible	Non disponible

A2.2	Paramètres de modélisation des transferts AIR
-------------	--

1.1 Modélisation des transferts de substances volatiles du sol à l'air ambiant du bâtiment

➤ **Démarche générale relative à la modélisation des transferts**

L'objectif du calcul de risques sanitaires est de quantifier les risques sanitaires liés à la présence de substances toxiques dans les gaz du sol du site étudié. Pour cela, il est nécessaire d'évaluer l'exposition des populations cibles vis-à-vis de ces substances, ce qui implique de modéliser les transferts entre les compartiments en interaction potentielle avec les cibles.

Dans le cas du site étudié, compte tenu de l'usage considéré, l'exposition par inhalation des substances volatiles issues des gaz du sol est la voie d'exposition pertinente.

L'EQRS implique donc l'étude des transferts de substances volatiles depuis les gaz du sol vers l'air ambiant, ce qui nécessite l'utilisation de modèles mathématiques adaptés à l'aménagement étudié afin d'estimer les teneurs dans l'air, à partir des teneurs mesurées dans les gaz du sol.

➤ **Modèles retenus pour l'exposition par inhalation**

Concernant l'évaluation des transferts de substances volatiles issues des gaz du sol, deux modèles mathématiques sont généralement utilisés :

- JOHNSON & ETTINGER permet de modéliser des transferts dans des bâtiments. Les équations de JOHNSON & ETTINGER sont utilisées dans le modèle RISC HUMAN,
- VOLASOIL permet de modéliser des transferts dans des bâtiments « aériens », avec généralement un vide sanitaire. Toutefois, une partie des équations du modèle peut être utilisée pour modéliser des transferts dans l'air ambiant extérieur (modèle « boîte »). Ces équations sont utilisées dans le modèle RISC HUMAN.

[Malgré l'aménagement considéré, l'utilisation du modèle JOHNSON & ETTINGER pour modéliser les transferts de vapeur a été retenue.](#)

Le transfert de vapeur est conditionné par les dimensions des fissures réparties sur le périmètre de la dalle béton étudiée ou définie et un mouvement convectif induit par la mise en dépression du bâtiment (effet de la ventilation).

Nous rappelons que la modélisation prend en compte une source de pollution infinie. De ce fait, aucune diminution des concentrations n'est observée au cours du temps. Les concentrations calculées sont donc pénalisantes, en particulier si ces calculs concernent des composés fortement volatils.

Pour le modèle JOHNSON & ETTINGER, les équations utilisées sont issues du guide d'utilisation réalisé par l'US EPA (User's guide for evaluating subsurface vapour intrusion into buildings. Février 2004).

Le transfert des substances présentes dans les gaz du sol vers l'air ambiant est géré par deux phénomènes :

- un gradient de concentration entre deux milieux Air (loi de FICK), qui met en jeu des phénomènes de diffusion à travers une couche de sol,
- un gradient de pression entre deux milieux Air (loi de DARCY), qui met en jeu des phénomènes de convection via une perméabilité de porosité du sol et/ou une perméabilité de fissures au niveau du plancher des bâtiments (dallage).

La combinaison des phénomènes de diffusion et de convection permet d'estimer un coefficient de transfert global (ou flux) dans l'air ambiant de surface.

En prenant en compte le renouvellement de l'air lié à la ventilation des bâtiments, nous pouvons ainsi estimer un facteur d'atténuation entre l'air du sol et l'air ambiant, ce qui nous permet d'évaluer la teneur (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de chacune des substances sélectionnées dans l'air ambiant.

L'obtention de ces concentrations théoriques dans l'air ambiant permet alors d'estimer les niveaux d'exposition des cibles ou concentrations moyennes inhalées pour chacune des substances, en tenant compte des durées d'exposition définies pour chacun des scénarii étudiés.

L'estimation des niveaux d'exposition moyens permet ainsi d'évaluer les niveaux de risques sanitaires des différentes cibles.

➤ **Paramétrage du modèle**

Dans le cadre de la modélisation des transferts de substances volatiles issues des gaz du sol par les équations mathématiques de JOHNSON & ETTINGER, le choix des paramètres est un élément essentiel au calage définitif du modèle, étape importante avant la réalisation de toute évaluation des risques sanitaires.

Les tableaux suivants présentent les principaux paramètres utilisés dans le modèle ainsi que les valeurs retenues pour chacun d'entre eux.

➤ **Paramètres liés aux propriétés chimiques des substances retenues**

Les valeurs retenues pour les propriétés chimiques des substances (constante de Henry, Coefficient de diffusion dans l'air et dans l'eau, ...) sont toutes issues des fiches toxicologiques proposées par l'Institut National de l'Environnement industriel et des Risques (INERIS). Lorsque l'INERIS propose uniquement une plage de valeurs pour un paramètre, nous avons retenu la valeur la plus pénalisante. Les valeurs retenues sont présentées sur les feuilles de calcul annexées au présent document.

➤ **Paramètres liés aux propriétés physico-chimiques du sol**

Tableau 1 : Paramètres du modèle liés aux propriétés physico-chimiques du sol

PARAMETRE	VALEUR RETENUE	SOURCE
Fraction Volumique d'eau du sol « Vw » en %	5,4	JOHNSON & ETTINGER
Fraction Volumique d'air du sol « Va » en %	32	JOHNSON & ETTINGER
Fraction Carbone Organique « foc » en KgCO/KgMS	0,002	Valeur par défaut du modèle JOHNSON & ETTINGER
Perméabilité à l'air du sol « ka » en m ²	1.10-11	JOHNSON & ETTINGER

Les valeurs retenues pour la modélisation par JOHNSON & ETTINGER correspondent à un sol sableux (comparable à la couche de forme mis en place sous dalle des bâtiments), perméable vis-à-vis des composés volatils présents dans les gaz du sol.

➤ **Paramètres liés à l'aménagement**

Remarque : les valeurs de paramètres retenues correspondent à des valeurs à respecter à minima. Si le projet d'aménagement prévoit des valeurs plus sécuritaires (par exemple une dalle béton plus épaisse, un taux de ventilation plus élevé, ...), les seuils calculés seront a fortiori valables pour l'aménagement plus sécuritaire.

Tableau 2 : Paramètres du modèle liés à l'aménagement

PARAMETRE	VALEUR RETENUE	SOURCE
Épaisseur de la dalle béton entre le sol et le rez-de-chaussée « Lbéton » en m	0,2	Valeur standard pour ce type d'aménagement
Hauteur du plafond du rez-de-chaussée « hb » en m	2,5	Valeur standard pour ce type d'aménagement
Taux de renouvellement de l'air ambiant des bâtiments (Rez-de-chaussée) « ERbat » en h ⁻¹	0,5	Valeur moyenne donnée par Johnson & Ettinger et Volasoil
Longueur de la pièce considérée « Lb » en m	10	

Largeur de la pièce considérée « Wb » en m	5	Défini par ERG ENVIRONNEMENT
--	---	------------------------------

Pour les taux de renouvellement de l'air des pièces d'habitation, les valeurs fournies par les modèles sont les suivantes :

- dans Johnson & Ettinger
 - valeur par défaut : 0,25 h⁻¹
 - valeur moyenne : 0,5 h⁻¹

- dans Volasoil
 - ventilation très mauvaise : 0,17 h⁻¹
 - ventilation mauvaise : 0,33 h⁻¹
 - ventilation normale : 0,5 h⁻¹
 - ventilation bonne : 0,67 h⁻¹
 - ventilation très bonne : 1 h⁻¹

➤ Paramètres fournis par défaut dans le modèle

Tableau 3 : Paramètres fournis par défaut dans les modèles

PARAMETRE	VALEUR RETENUE
Fraction d'ouverture dans la dalle béton « fof » (adimensionnel)	0,00001 (Valeur fournie par VOLASOIL pour un plancher normal _- la valeur par défaut fournie par JOHNSON & ETTINGER est égale à 0,000377, mais sans indication du type de plancher correspondant)
Nombre d'ouverture dans la dalle béton « η » (m ⁻²)	0,2 (valeur fournie par défaut dans le guide d'utilisation de Volasoil)
Différence de pression Air du sol – Air ambiant du rez-de-chaussée « dP » en Pa	40 (valeur fournie par défaut dans le guide d'utilisation de JOHNSON & ETTINGER)

A2.3	Feuilles de calculs des risques sanitaires (Cas 1)
-------------	---

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Désignation	Unité	Abr.	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES GENERAUX							
Constante des gaz parfaits	Pa.m3/mol.K	R	8,314			fixe normale	VOLASOIL
Température	Kelvin	T	283	268	298		
Profondeur de la source Pollution / surface du sol	m	Lt	0,2				
Chemin convectif : épaisseur du plancher (dalle béton...)	m	Lbéton	0,20				
Masse volumique du sol	kg/m3	μ	1600	1500	1800	normale normale	
Fraction Carbone Organique	KgCO/KqMS	foc	0,002	0,001	0,006		VOLASOIL
Fraction volumique d'eau du sol		Vw	0,054				VOLASOIL
Fraction volumique d'air du sol		Va	0,32				VOLASOIL
Perméabilité à l'air du sol	m ²	ka	1,00E-11	1,00E-16	1,00E-10	Triangulaire	VOLASOIL
Viscosité dynamique de l'air	q.cm ⁻¹ .s ⁻¹	v	1,75E-04				VOLASOIL
Différence de pression entre l'air du sol et l'air du bâtiment	g.cm ⁻¹ .s ⁻²	dP	40,0				VOLASOIL
PARAMETRES DU SITE D'ETUDE							
Hauteur bat	m	hb	2,5				
Longueur	m	lb	10				
Largeur	m	Wb	5				
Fraction d'ouverture dans le plancher	m ² /m ²	fof	0,00001	0,000001	0,0001	Triangulaire	VOLASOIL
Nombre d'ouverture dans le plancher	/m ²	n	0,2	bon plancher	mauvais		VOLASOIL
Taux de renouvellement de l'air du bâtiment	/h	ERbat	0,5	0,17	1	Triangulaire	J&E
PARAMETRES DU BUDGET ESPACE TEMPS							
Dans le bâtiment							
Durée d'exposition (T en années)	années	T	40	20	40	Uniforme	
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	-	T/Tm	0,57				
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	jours	N	351,0	335	365	Triangulaire	
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	-	F	1,0				
Nombre d'heure d'exposition par jour	heures	n	21,5	20	24	Triangulaire	
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	-	ti	1,00				

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Substance(s) retenue(s) :				
Unité	Désignation	Abr.	Naphtalène	Acénaphthylène	Anthracène	Benzo(a)a.	
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	0,2				
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s	1600				
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002				
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144				
Kelvin	Température	T	283				
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	4,89E+01	1,12E+01	5,04E+00	3,01E-06	
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	2,08E-02	4,76E-03	2,14E-03	1,28E-09	
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	1,25E+03	2,73E+03	2,57E+04	3,58E+05	
m3/Kg	Porosité	n	0,0025	0,00546	0,0514	0,716	
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,374				
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,054				
			0,32				
µg/m3	Concentration Air du sol	Csa		0,030	0,030	0,88	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	5,40E-06	4,40E-06	4,28E-06	5,10E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	7,20E-10	7,50E-10	6,72E-10	9,00E-10	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	8,65E-07	7,05E-07	6,86E-07	8,17E-07	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	3,06E-13	3,19E-13	2,86E-13	3,83E-13	
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	8,65E-07	7,05E-07	6,86E-07	3,00E-04	
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RAC}	10				
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RAC}	5				
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RAC}	2,5				
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5				
m³.s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RAC}	1,74E-02				
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-11				
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	H _{air}	1,75E-04				
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,20				
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30				
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40				
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RAC}	50				
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001				
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005				
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05				
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,27E-05				
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,20				
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	8,65E-07				
adim	Nombre de PECLET	P _E	1,97E+04				
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,05E-03	1,98E-03	1,97E-03	2,46E-03	
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RAC}	0,00E+00	5,94E-05	3,94E-05	2,16E-03	
	Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil	
	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1	0,57			
	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,96	0,96			
	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{RAC}	0,00E+00	0,00E+00	5,94E-05	3,94E-05	
	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	CI	0,00E+00	0,00E+00	3,26E-05	2,16E-05	
		VTRinhal	3,70E+01	5,80E-06	1,10E-06	1,10E-05	
			µg/m3	(µg/m3)-1	(µg/m3)-1	(µg/m3)-1	
	Niveau de Risque		IR	ERI	ERI	ERI	
			0,00E+00	0,00E+00	3,58E-11	2,38E-10	
	Niveau de Risque - somme des BTEX		IR	0,00E+00			
			ERI	1,31E-07			

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylenes	
Unité	Substance(s) retenue(s) : Désignation	Abr.					
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	0,2				
kg/m3	Masse volumique du sol	P _s	1600				
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002				
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144				
Kelvin	Température	T	293				
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	5,58E+02	6,73E+02	8,20E+02	7,32E+02	
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	2,37E-01	2,86E-01	3,48E-01	3,11E-01	
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	6,00E+01	1,00E+02	2,42E+02	2,40E+02	
m3/Kg	Porosité	n	0,00012	0,0002	0,0004838	4,80E-04	
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,374				
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,054				
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa					
µg/m3	Concentration Air du sol		10,00	5,21	7,71	13,13	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	8,80E-06	8,70E-06	7,50E-06	8,40E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	9,80E-10	8,60E-10	7,80E-10	1,00E-09	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,41E-06	1,39E-06	1,20E-06	1,35E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	4,17E-13	3,66E-13	3,32E-13	4,26E-13	
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,41E-06	1,39E-06	1,20E-06	1,35E-06	
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RAC}	10				
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RAC}	5				
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RAC}	2,5				
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5				
m³.s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RAC}	1,74E-02				
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-11				
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	µ _{air}	1,75E-04				
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,20				
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30				
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40				
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RAC}	50				
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001				
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005				
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05				
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,27E-05				
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,20				
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	1,41E-06				
adim	Nombre de PECLET	P _E	1,21E+04				
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,19E-03	2,19E-03	2,15E-03	2,18E-03	
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{RAC}	2,19E-02	1,14E-02	1,66E-02	2,87E-02	
Concentration inhalée			Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil
	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1	0,57			
	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,96	0,96			
	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	ti	1,00	1,00			
	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	C _{RAC}	2,19E-02	2,19E-02	1,14E-02	1,66E-02	2,87E-02
		CI	2,11E-02	1,20E-02	1,10E-02	1,59E-02	9,11E-03
		VTRinhal	1,00E+01	2,60E-05	1,90E+04	1,50E+03	2,50E-06
			µg/m3	(µg/m3) ⁻¹	µg/m3	µg/m3	(µg/m3) ⁻¹
			IR	ERI	IR	ERI	IR
	Niveau de Risque		2,11E-03	3,13E-07	5,77E-07	1,06E-05	2,28E-08
	Niveau de Risque - somme des BTEX		IR	2,39E-03			
			ERI	3,36E-07			

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Substance(s) retenue(s) :				
Unité	Désignation	Abr.	Alii C5-C6	Alii C6-C8	Alii C8-C10	Alii C10-C12	Alii C12-C16
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	0,2				
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s	1600				
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002				
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144				
Kelvin	Température	T	283				
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He					
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	3,30E+01	5,00E+01	8,00E+01	1,20E+02	5,20E+02
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	7,94E+02	3,98E+03	3,16E+04	2,52E+05	5,01E+06
m3/Kg	Porosité	n	0,0015886	0,007962	0,06324	0,5042	10,024
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,374				
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,054				
			0,32				
µg/m3	Concentration Air du sol	Csa	56,36	396,93	1449,56	750,00	831,25
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	4,26E-13	4,26E-13	4,26E-13	4,26E-13	4,26E-13
m2/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06
m	Longueur du rez de chaussée	L _{rac}	10				
m	Largeur du rez de chaussée	W _{rac}	5				
m	hauteur du rez de chaussée	H _{rac}	2,5				
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5				
m ³ .s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{rac}	1,74E-02				
m ²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-11				
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	H _{air}	1,75E-04				
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,20				
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30				
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40				
m ²	Surface du rez de chaussée	A _{rac}	50				
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001				
m ²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005				
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05				
m ³ .s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,27E-05				
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,20				
m2/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	1,60E-06				
adim	Nombre de PECKET	P _E	1,07E+04				
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,22E-03	2,22E-03	2,22E-03	2,22E-03	2,22E-03
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{rac}	1,25E-01	8,82E-01	3,22E+00	1,67E+00	1,85E+00
	Concentration inhalée						
	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1				
	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,96				
	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{rac}	1,25E-01	8,82E-01	3,22E+00	1,67E+00	1,85E+00
	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	CI	1,20E-01	8,47E-01	3,09E+00	1,60E+00	1,77E+00
		VTR _{inhal}	18400	18400	1000	1000	1000
			µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
	Niveau de Risque		IR	IR	IR	IR	IR
			6,54E-06	4,60E-05	3,09E-03	1,60E-03	1,77E-03
	Niveau de Risque - somme des HCT		IR	6,52E-03			
	Niveau de Risque - somme des HCT + HAP + BTEX		IR	8,91E-03			
			ERI	4,66E-07			

A2.4	Feuilles de calculs des risques sanitaires (Cas 2)
-------------	---

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Désignation	Unité	Abr.	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES GENERAUX							
Constante des gaz parfaits	Pa.m3/mol.K	R	8,314			fixe normale	VOLASOIL
Température	Kelvin	T	283	268	298	normale	VOLASOIL
Profondeur de la source Pollution / surface du sol	m	Lt	0,2				
Chemin convectif : épaisseur du plancher (dalle béton...)	m	Lbéton	0,20				
Masse volumique du sol	kg/m3	μ	1600	1500	1800	normale	VOLASOIL
Fraction Carbone Organique	KgCO/KqMS	foc	0,002	0,001	0,006	normale	VOLASOIL
Fraction volumique d'eau du sol		Vw	0,054				VOLASOIL
Fraction volumique d'air du sol		Va	0,32				VOLASOIL
Perméabilité à l'air du sol	m ²	ka	1,00E-11	1,00E-16	1,00E-10	Triangulaire	VOLASOIL
Viscosité dynamique de l'air	q.cm ⁻¹ .s ⁻¹	v	1,75E-04				VOLASOIL
Différence de pression entre l'air du sol et l'air du bâtiment	g.cm ⁻¹ .s ⁻²	dP	40,0				VOLASOIL
PARAMETRES DU SITE D'ETUDE							
Hauteur bat	m	hb	2,5				
Longueur	m	lb	10				
Largeur	m	Wb	5				
Fraction d'ouverture dans le plancher	m ² /m ²	fof	0,00001	0,000001	0,0001	Triangulaire	VOLASOIL
Nombre d'ouverture dans le plancher	/m ²	n	0,2	bon plancher	mauvais		VOLASOIL
Taux de renouvellement de l'air du bâtiment	/h	ERbat	0,5	0,17	1	Triangulaire	J&E
PARAMETRES DU BUDGET ESPACE TEMPS							
Dans le bâtiment							
Durée d'exposition (T en années)	années	T	40	20	40	Uniforme	
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	-	T/Tm	0,57				
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	jours	N	351,0	335	365	Triangulaire	
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	-	F	1,0				
Nombre d'heure d'exposition par jour	heures	n	21,5	20	24	Triangulaire	
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	-	ti	1,00				

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Substance(s) retenue(s) :				
Unité	Désignation	Abr.	Naphtalène	Acénaphthylène	Anthracène	Benzo(a)a.	
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	0,2				
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s	1600				
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002				
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144				
Kelvin	Température	T	283				
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	4,89E+01	1,12E+01	5,04E+00	3,01E-06	
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	2,08E-02	4,76E-03	2,14E-03	1,28E-09	
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	1,25E+03	2,73E+03	2,57E+04	3,58E+05	
m3/Kg	Porosité	n	0,0025	0,00546	0,0514	0,716	
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,374				
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,054				
			0,32				
µg/m3	Concentration Air du sol	Csa		0,030	0,022	0,88	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	5,40E-06	4,40E-06	4,28E-06	5,10E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	7,20E-10	7,50E-10	6,72E-10	9,00E-10	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	8,65E-07	7,05E-07	6,86E-07	8,17E-07	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	3,06E-13	3,19E-13	2,86E-13	3,83E-13	
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	8,65E-07	7,05E-07	6,86E-07	3,00E-04	
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RAC}	10				
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RAC}	5				
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RAC}	2,5				
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5				
m³.s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RAC}	1,74E-02				
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-11				
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	μ_{air}	1,75E-04				
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,20				
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30				
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40				
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RAC}	50				
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001				
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005				
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05				
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,27E-05				
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,20				
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	8,65E-07				
adim	Nombre de PECLET	P _E	1,97E+04				
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,05E-03	1,98E-03	1,97E-03	2,46E-03	
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RAC}	0,00E+00	5,94E-05	3,94E-05	2,16E-03	
	Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil	
	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1	0,57			
	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,96	0,96			
	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{RAC}	0,00E+00	0,00E+00	5,94E-05	3,94E-05	
	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	CI	0,00E+00	0,00E+00	3,26E-05	2,16E-05	
		VTRinhal	3,70E+01	5,80E-06	1,10E-06	1,10E-05	
			µg/m3	(µg/m3)-1	(µg/m3)-1	(µg/m3)-1	
	Niveau de Risque		IR	ERI	ERI	ERI	
			0,00E+00	0,00E+00	3,58E-11	2,38E-10	
	Niveau de Risque - somme des BTEX		IR	ERI			
			0,00E+00	1,31E-07			

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylenes	
Substance(s) retenue(s) :							
Unité	Désignation	Abr.					
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	0,2				
kg/m3	Masse volumique du sol	P _s	1600				
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002				
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144				
Kelvin	Température	T	293				
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	5,58E+02	6,73E+02	8,20E+02	7,32E+02	
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	2,37E-01	2,86E-01	3,48E-01	3,11E-01	
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	6,00E+01	1,00E+02	2,42E+02	2,40E+02	
m3/Kg	Porosité	n	0,00012	0,0002	0,0004838	4,80E-04	
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,374				
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,054				
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa					
µg/m3	Concentration Air du sol		10,00	5,21	7,71	13,13	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	8,80E-06	8,70E-06	7,50E-06	8,40E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	9,80E-10	8,60E-10	7,80E-10	1,00E-09	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,41E-06	1,39E-06	1,20E-06	1,35E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	4,17E-13	3,66E-13	3,32E-13	4,26E-13	
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,41E-06	1,39E-06	1,20E-06	1,35E-06	
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RAC}	10				
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RAC}	5				
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RAC}	2,5				
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5				
m³.s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RAC}	1,74E-02				
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-11				
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	µ _{air}	1,75E-04				
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,20				
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30				
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40				
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RAC}	50				
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001				
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005				
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05				
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,27E-05				
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,20				
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	1,41E-06				
adim	Nombre de PECLET	P _E	1,21E+04				
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,19E-03	2,19E-03	2,15E-03	2,18E-03	
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{RAC}	2,19E-02	1,14E-02	1,66E-02	2,87E-02	
Concentration inhalée			Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil
	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1	0,57			
	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,96	0,96			
	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	ti	1,00	1,00			
	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	C _{RAC}	2,19E-02	2,19E-02	1,14E-02	1,66E-02	2,87E-02
		CI	2,11E-02	1,20E-02	1,10E-02	1,59E-02	9,11E-03
		VTRinhal	1,00E+01	2,60E-05	1,90E+04	1,50E+03	2,50E-06
			µg/m3	(µg/m3) ⁻¹	µg/m3	µg/m3	(µg/m3) ⁻¹
Niveau de Risque			IR	ERI	IR	ERI	IR
			2,11E-03	3,13E-07	5,77E-07	1,06E-05	2,28E-08
Niveau de Risque - somme des BTEX			IR	ERI			
				2,39E-03			
				3,36E-07			

MODELISATOIN DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Substance(s) retenue(s) :				
Unité	Désignation	Abr.	Alii C5-C6	Alii C6-C8	Alii C8-C10	Alii C10-C12	Alii C12-C16
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	0,2				
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s	1600				
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002				
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144				
Kelvin	Température	T	283				
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He					
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	3,30E+01	5,00E+01	8,00E+01	1,20E+02	5,20E+02
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	7,94E+02	3,98E+03	3,16E+04	2,52E+05	5,01E+06
m3/Kg	Porosité	n	0,0015886	0,007962	0,06324	0,5042	10,024
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,374				
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,054				
			0,32				
µg/m3	Concentration Air du sol	Csa	56,36	396,93	1449,56	750,00	831,25
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	4,26E-13	4,26E-13	4,26E-13	4,26E-13	4,26E-13
m2/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06
m	Longueur du rez de chaussée	L _{Reac}	10				
m	Largeur du rez de chaussée	W _{Reac}	5				
m	hauteur du rez de chaussée	H _{Reac}	2,5				
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5				
m ³ .s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{Reac}	1,74E-02				
m ²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-11				
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	μ_{air}	1,75E-04				
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,20				
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30				
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40				
m ²	Surface du rez de chaussée	A _{Reac}	50				
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001				
m ²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005				
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05				
m ³ .s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,27E-05				
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,20				
m2/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	1,60E-06				
adim	Nombre de PEULET	P _E	1,07E+04				
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,22E-03	2,22E-03	2,22E-03	2,22E-03	2,22E-03
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{Reac}	1,25E-01	8,82E-01	3,22E+00	1,67E+00	1,85E+00
	Concentration inhalée						
	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1				
	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,96				
	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{Reac}	1,25E-01	8,82E-01	3,22E+00	1,67E+00	1,85E+00
	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	CI	1,20E-01	8,47E-01	3,09E+00	1,60E+00	1,77E+00
		VT _{Rinhal}	18400	18400	1000	1000	1000
			µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
	Niveau de Risque		IR	IR	IR	IR	IR
			6,54E-06	4,60E-05	3,09E-03	1,60E-03	1,77E-03
	Niveau de Risque - somme des HCT		IR	6,52E-03			
	Niveau de Risque - somme des HCT + HAP + BTEX		IR	8,91E-03			
			ERI	4,66E-07			

A2.5	Feuilles de calculs des risques sanitaires (Cas 3)
-------------	---

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Désignation	Unité	Abr.	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES GENERAUX							
Constante des gaz parfaits	Pa.m3/mol.K	R	8,314			fixe normale	VOLASOIL
Température	Kelvin	T	283	268	298		
Profondeur de la source Pollution / surface du sol	m	Lt	0,2				
Chemin convectif : épaisseur du plancher (dalle béton...)	m	Lbéton	0,20				
Masse volumique du sol	kg/m3	μ	1600	1500	1800	normale normale	
Fraction Carbone Organique	KgCO/KqMS	foc	0,002	0,001	0,006		VOLASOIL
Fraction volumique d'eau du sol		Vw	0,054				VOLASOIL
Fraction volumique d'air du sol		Va	0,32				VOLASOIL
Perméabilité à l'air du sol	m ²	ka	1,00E-11	1,00E-16	1,00E-10	Triangulaire	VOLASOIL
Viscosité dynamique de l'air	q.cm ⁻¹ .s ⁻¹	v	1,75E-04				VOLASOIL
Différence de pression entre l'air du sol et l'air du bâtiment	g.cm ⁻¹ .s ⁻²	dP	40,0				VOLASOIL
PARAMETRES DU SITE D'ETUDE							
Hauteur bat	m	hb	2,5				
Longueur	m	lb	10				
Largeur	m	Wb	5				
Fraction d'ouverture dans le plancher	m ² /m ²	fof	0,00001	0,000001	0,0001	Triangulaire	VOLASOIL
Nombre d'ouverture dans le plancher	/m ²	n	0,2	bon plancher	mauvais		VOLASOIL
Taux de renouvellement de l'air du bâtiment	/h	ERbat	0,5	0,17	1	Triangulaire	J&E
PARAMETRES DU BUDGET ESPACE TEMPS							
Dans le bâtiment							
Durée d'exposition (T en années)	années	T	40	20	40	Uniforme	
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	-	T/Tm	0,57				
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	jours	N	351,0	335	365	Triangulaire	
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	-	F	1,0				
Nombre d'heure d'exposition par jour	heures	n	21,5	20	24	Triangulaire	
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	-	ti	1,00				

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Substance(s) retenue(s) :				
Unité	Désignation	Abr.	Naphtalène	Acénaphthylène	Anthracène	Benzo(a)a.	
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	0,2				
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s	1600				
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002				
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144				
Kelvin	Température	T	283				
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	4,89E+01	1,12E+01	5,04E+00	3,01E-06	
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	2,08E-02	4,76E-03	2,14E-03	1,28E-09	
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	1,25E+03	2,73E+03	2,57E+04	3,58E+05	
m3/Kg	Porosité	n	0,0025	0,00546	0,0514	0,716	
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,374				
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,054				
			0,32				
µg/m3	Concentration Air du sol	Csa		0,030	0,022	0,88	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	5,40E-06	4,40E-06	4,28E-06	5,10E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	7,20E-10	7,50E-10	6,72E-10	9,00E-10	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	8,65E-07	7,05E-07	6,86E-07	8,17E-07	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	3,06E-13	3,19E-13	2,86E-13	3,83E-13	
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	8,65E-07	7,05E-07	6,86E-07	3,00E-04	
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RAC}	10				
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RAC}	5				
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RAC}	2,5				
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5				
m³.s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RAC}	1,74E-02				
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-11				
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	μ_{air}	1,75E-04				
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,20				
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30				
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40				
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RAC}	50				
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001				
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005				
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05				
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,27E-05				
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,20				
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	8,65E-07				
adim	Nombre de PECLET	P _E	1,97E+04				
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,05E-03	1,98E-03	1,97E-03	2,46E-03	
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RAC}	0,00E+00	5,94E-05	3,94E-05	2,16E-03	
	Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil	
	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1	0,57			
	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,96	0,96			
	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{RAC}	0,00E+00	0,00E+00	5,94E-05	3,94E-05	
	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	CI	0,00E+00	0,00E+00	3,26E-05	2,16E-05	
		VTRinhal	3,70E+01	5,80E-06	1,10E-06	1,10E-05	
			µg/m3	(µg/m3)-1	(µg/m3)-1	(µg/m3)-1	
	Niveau de Risque		IR	ERI	ERI	ERI	
			0,00E+00	0,00E+00	3,58E-11	2,38E-10	
	Niveau de Risque - somme des BTEX		IR	0,00E+00			
			ERI	1,31E-07			

MODELISATION DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylenes	
Substance(s) retenue(s) :							
Unité	Désignation	Abr.					
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	0,2				
kg/m3	Masse volumique du sol	P _s	1600				
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002				
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144				
Kelvin	Température	T	293				
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	5,58E+02	6,73E+02	8,20E+02	7,32E+02	
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	2,37E-01	2,86E-01	3,48E-01	3,11E-01	
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	6,00E+01	1,00E+02	2,42E+02	2,40E+02	
m3/Kg	Porosité	n	0,00012	0,0002	0,0004838	4,80E-04	
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,374				
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,054				
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa					
µg/m3	Concentration Air du sol		10,00	5,21	7,71	13,13	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	8,80E-06	8,70E-06	7,50E-06	8,40E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	9,80E-10	8,60E-10	7,80E-10	1,00E-09	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,41E-06	1,39E-06	1,20E-06	1,35E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	4,17E-13	3,66E-13	3,32E-13	4,26E-13	
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,41E-06	1,39E-06	1,20E-06	1,35E-06	
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RAC}	10				
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RAC}	5				
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RAC}	2,5				
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5				
m ³ .s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RAC}	1,74E-02				
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-11				
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	µ _{air}	1,75E-04				
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,20				
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30				
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40				
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RAC}	50				
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001				
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005				
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05				
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,27E-05				
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,20				
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	1,41E-06				
adim	Nombre de PECLET	P _E	1,21E+04				
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,19E-03	2,19E-03	2,15E-03	2,18E-03	
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{RAC}	2,19E-02	1,14E-02	1,66E-02	2,87E-02	
Concentration inhalée			Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil
	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1	0,57			
	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,96	0,96			
	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	ti	1,00	1,00			
	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	C _{RAC}	2,19E-02	2,19E-02	1,14E-02	1,66E-02	2,87E-02
		CI	2,11E-02	1,20E-02	1,10E-02	1,59E-02	9,11E-03
		VTRinhal	1,00E+01	2,60E-05	1,90E+04	1,50E+03	2,50E-06
			µg/m3	(µg/m3) ⁻¹	µg/m3	µg/m3	(µg/m3) ⁻¹
Niveau de Risque			IR	ERI	IR	ERI	IR
			2,11E-03	3,13E-07	5,77E-07	1,06E-05	2,28E-08
Niveau de Risque - somme des BTEX			IR	ERI			
				2,39E-03			
				3,36E-07			

MODELISATOIN DES TRANSFERTS DES SOLS VERS L'AIR AMBIANT D'UN BATIMENT DE PLAIN-PIED

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Substance(s) retenue(s) :				
Unité	Désignation	Abr.	Alii C5-C6	Alii C6-C8	Alii C8-C10	Alii C10-C12	Alii C12-C16
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	0,2				
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s	1600				
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002				
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144				
Kelvin	Température	T	283				
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He					
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	3,30E+01	5,00E+01	8,00E+01	1,20E+02	5,20E+02
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	7,94E+02	3,98E+03	3,16E+04	2,52E+05	5,01E+06
m3/Kg	Porosité	n	0,0015886	0,007962	0,06324	0,5042	10,024
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,374				
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,054				
			0,32				
µg/m3	Concentration Air du sol	Csa	56,36	396,93	1449,56	750,00	831,25
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06
m2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	4,26E-13	4,26E-13	4,26E-13	4,26E-13	4,26E-13
m2/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06	1,60E-06
m	Longueur du rez de chaussée	L _{Reac}	10				
m	Largeur du rez de chaussée	W _{Reac}	5				
m	hauteur du rez de chaussée	H _{Reac}	2,5				
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5				
m ³ .s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{Reac}	1,74E-02				
m ²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-11				
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	μ_{air}	1,75E-04				
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,20				
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30				
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40				
m ²	Surface du rez de chaussée	A _{Reac}	50				
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001				
m ²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005				
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05				
m ³ .s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,27E-05				
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,20				
m2/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	1,60E-06				
adim	Nombre de PEULET	P _E	1,07E+04				
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,22E-03	2,22E-03	2,22E-03	2,22E-03	2,22E-03
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{Reac}	1,25E-01	8,82E-01	3,22E+00	1,67E+00	1,85E+00
	Concentration inhalée						
	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1				
	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,96				
	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{Reac}	1,25E-01	8,82E-01	3,22E+00	1,67E+00	1,85E+00
	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	CI	1,20E-01	8,47E-01	3,09E+00	1,60E+00	1,77E+00
		VT _{Rinhal}	18400	18400	1000	1000	1000
			µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
	Niveau de Risque		IR	IR	IR	IR	IR
			6,54E-06	4,60E-05	3,09E-03	1,60E-03	1,77E-03
	Niveau de Risque - somme des HCT		IR	6,52E-03			
	Niveau de Risque - somme des HCT + HAP + BTEX		IR	8,91E-03			
			ERI	4,66E-07			

A2.6	Etudes d'incertitudes (Cas 3)
-------------	--------------------------------------

Rapport Crystal Ball - Complet

Simulation démarrée le 20/11/2023 à 14:48

Simulation arrêtée le 20/11/2023 à 14:48

Préférences d'exécution :

Nombre d'exécutions de tirage	1 000
Monte Carlo	
Valeur initiale aléatoire	
Contrôle de précision dans	
Niveau de confiance	95,00%

Statistiques d'exécution :

Temps d'exécution total (s)	0,69
Tirages/seconde (en moyenne)	1 453
Nombres aléatoires par secon	8 720

Données Crystal Ball :

Hypothèses	6
Corrélations	0
Matrices de corrélation	0
Variables de décision	0
Prévisions	2

Prévisions

Feuille de calcul : [21LES066Ac_EQRS Tot site - Hors PzA11 et Pr02.xls]COHV sol

Prévision: ERI

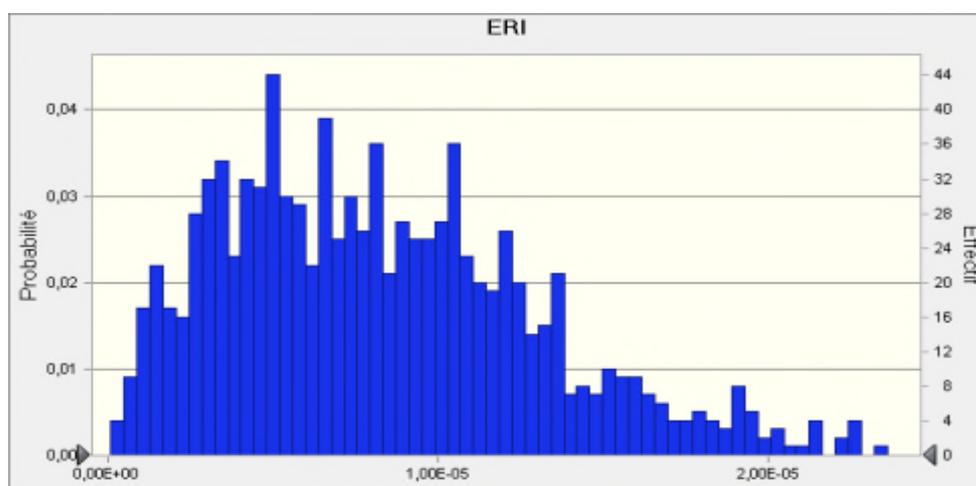
Cellule : G68

Récapitulatif :

La plage entière est comprise entre 1,17E-07 et 3,55E-05

Le cas de base est 2,88E-06

Après 1 000 tirages, l'erreur standard de la moyenne est 1,74E-07



Statistiques :

Valeurs de prévision

Tirages	1 000
Cas de base	2,88E-06
Moyenne	8,64E-06
Médiane	7,87E-06
Mode	---
Ecart-type	5,49E-06
Variance	3,01E-11
Asymétrie	1,23
Aplatissement	5,21
Coeff. de variation	0,6352
Minimum	1,17E-07
Maximum	3,55E-05
Etendue	3,54E-05
Erreur standard de la moyenne	1,74E-07

Prévision: ERI suite

Cellule : G68

Fractiles :	Valeurs de prévision
0%	1,17E-07
10%	2,67E-06
20%	4,00E-06
30%	5,08E-06
40%	6,44E-06
50%	7,87E-06
60%	9,24E-06
70%	1,06E-05
80%	1,24E-05
90%	1,55E-05
100%	3,55E-05

Prévision: IR

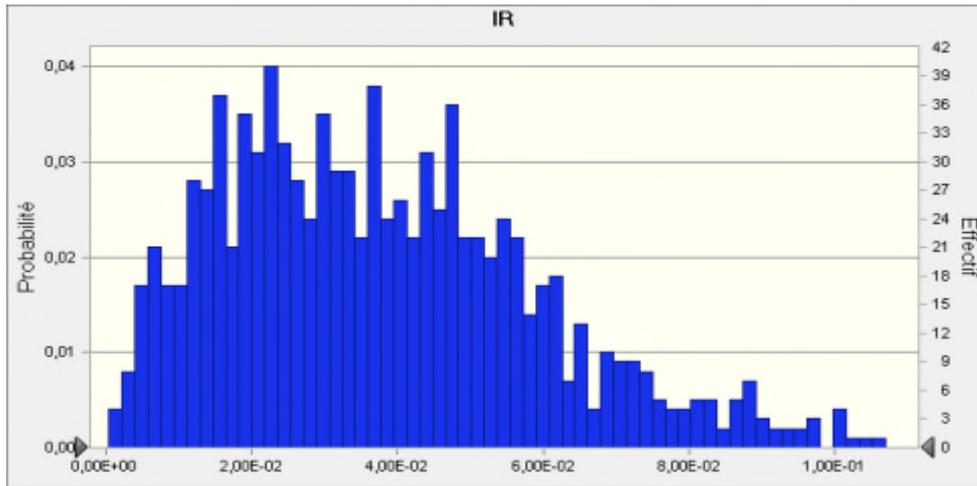
Cellule : G67

Récapitulatif :

La plage entière est comprise entre 5,38E-04 et 1,58E-01

Le cas de base est 1,32E-02

Après 1 000 tirages, l'erreur standard de la moyenne est 7,83E-04



Statistiques :	Valeurs de prévision
Tirages	1 000
Cas de base	1,32E-02
Moyenne	3,93E-02
Médiane	3,59E-02
Mode	---
Ecart-type	2,48E-02
Variance	6,13E-04
Asymétrie	1,22
Aplatissement	5,17
Coeff. de variation	0,6301
Minimum	5,38E-04
Maximum	1,58E-01
Etendue	1,57E-01
Erreur standard de la moyenne	7,83E-04

Prévision: IR suite

Cellule : G67

Fractiles :	Valeurs de prévision
0%	5,38E-04
10%	1,23E-02
20%	1,83E-02
30%	2,33E-02
40%	2,95E-02
50%	3,59E-02
60%	4,22E-02
70%	4,82E-02
80%	5,58E-02
90%	7,07E-02
100%	1,58E-01

Fin des prévisions

Hypothèses

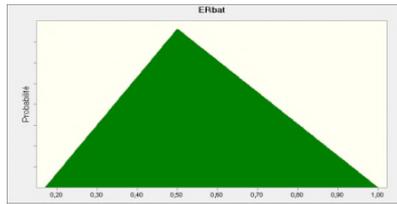
Feuille de calcul : [21LES066Ac_EQRS Tot site - Hors PzA11 et Pr02.xls]parametres

Hypothèse: ERbat

Cellule : D23

Triangulaire loi comportant des paramètres :

Minimum	0,17	(=E23)
Plus probable	0,50	
Maximum	1,00	(=F23)

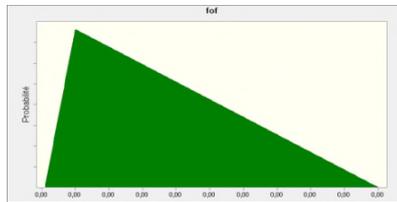


Hypothèse: fof

Cellule : D20

Triangulaire loi comportant des paramètres :

Minimum	0,00	(=E20)
Plus probable	0,00	
Maximum	0,00	(=F20)



Hypothèse: ka

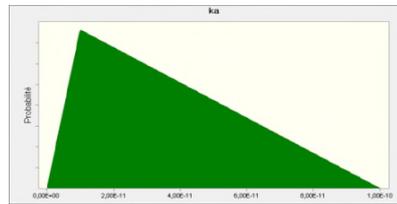
Cellule : D12

Triangulaire loi comportant des paramètres :

Minimum	1,00E-16	(=E12)
Plus probable	1,00E-11	
Maximum	1,00E-10	(=F12)

Hypothèse: ka suite

Cellule : D12

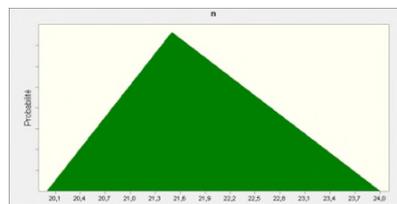


Hypothèse: n

Cellule : D30

Triangulaire loi comportant des paramètres :

Minimum	20,0	(=E30)
Plus probable	21,5	
Maximum	24,0	(=F30)

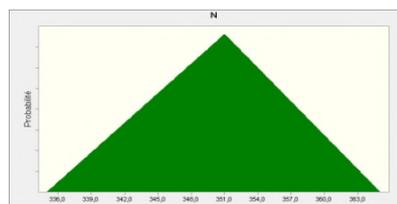


Hypothèse: N

Cellule : D28

Triangulaire loi comportant des paramètres :

Minimum	335,0	(=E28)
Plus probable	351,0	
Maximum	365,0	(=F28)



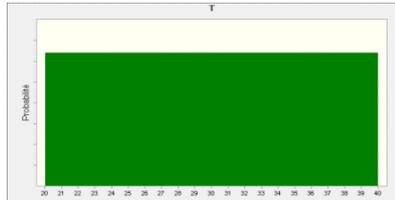
Hypothèse: T

Cellule : D26

Uniforme loi comportant des paramètres :

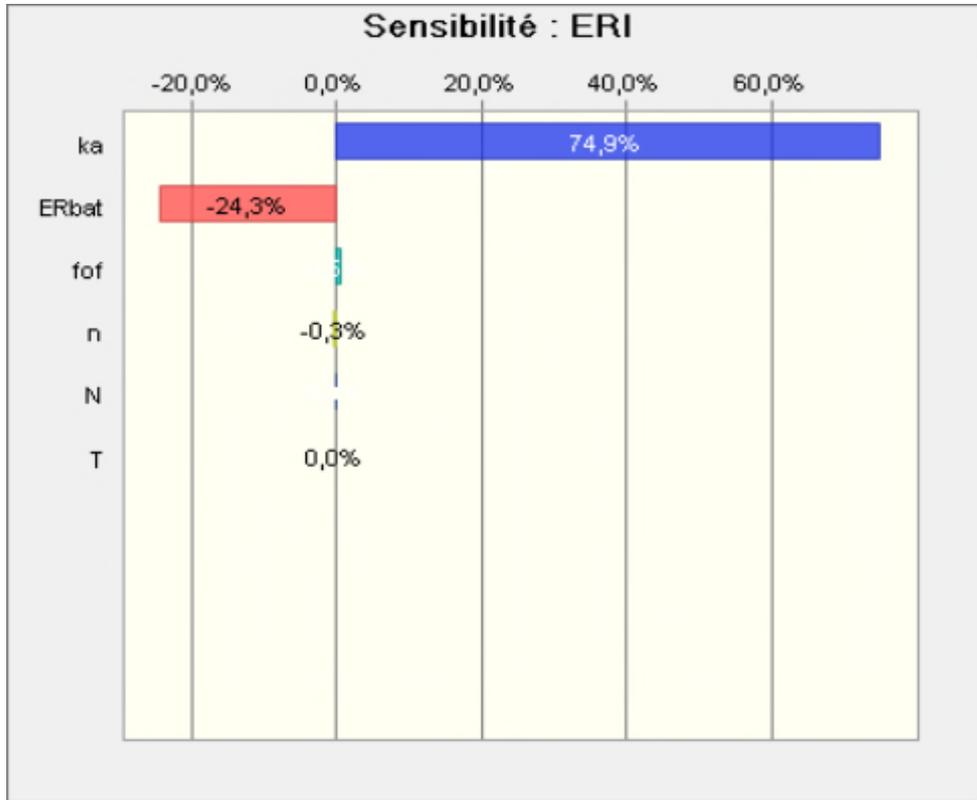
Minimum 20 (=E26)

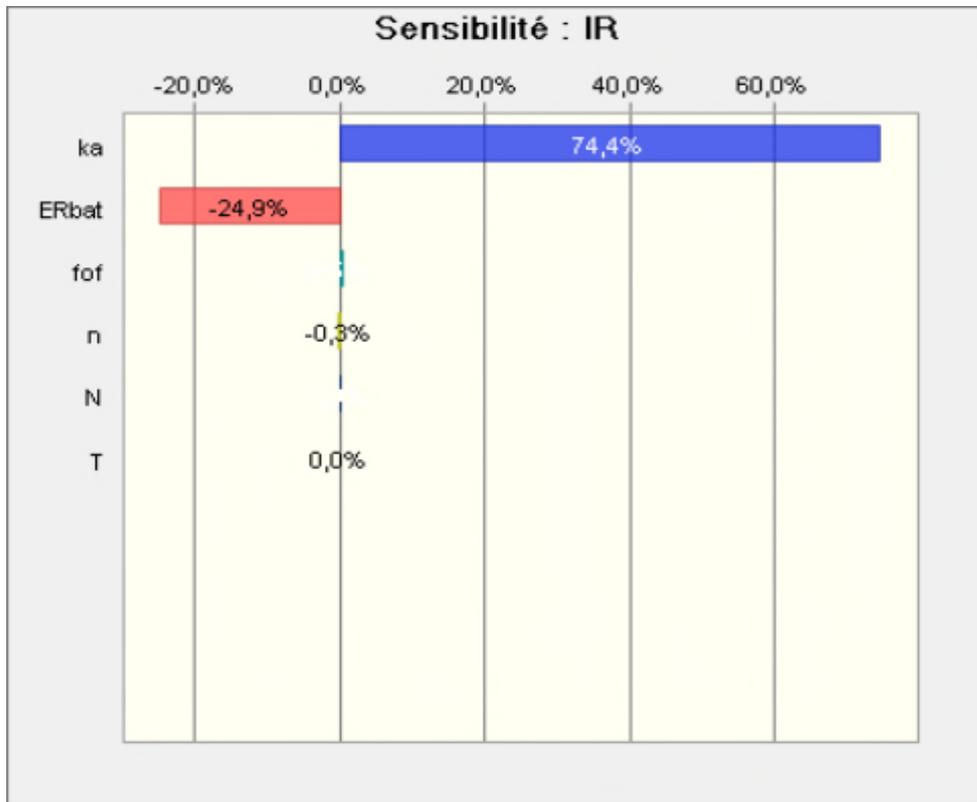
Maximum 40 (=F26)



Fin des hypothèses

Graphiques de sensibilité





Fin des graphiques de sensibilité

A3	ETUDE GRANULOMETRIQUE
-----------	------------------------------

A3.1	Bordereaux analytiques – Essais granulométriques
-------------	---

ERG ENVIRONNEMENT**Madame Gwendoline BERAS**

Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er
étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E039688

Version du : 17/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-052363-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 04/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : 22LES066Ad_Compléments

Nom Projet : 22LES066Ad_Compléments

Nom Commande : 22LES066Ad_Compléments ZAC Saulaie Granulo

Référence Commande : 22LES066Ad_Compléments ZAC Saulaie Granulo

Coordinateur de Projets Clients : Gilles Lacroix / GillesLacroix@eurofins.com / +336 3083 9252

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	PMG3 (0-1.1)
002	Sol	(SOL)	PMG6 (0-1)
003	Sol	(SOL)	PMG1 (0-1)
004	Sol	(SOL)	PMG2 (0-1)
005	Sol	(SOL)	PMG3 (1.5-3)
006	Sol	(SOL)	PMG3 (1.1-1.5)
007	Sol	(SOL)	PMG4 (1.6-3)
008	Sol	(SOL)	PMG4 (1.1-1.6)
009	Sol	(SOL)	PMG7 (0.5-2.3)
010	Sol	(SOL)	PMG7 (2.3-2.7)
011	Sol	(SOL)	PMG4 (0-1.1)
012	Sol	(SOL)	PMG5 (0-1)

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039688

Version du : 17/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-052363-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 04/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : 22LES066Ad_Ccompléments

Nom Projet : 22LES066Ad_Ccompléments

Nom Commande : 22LES066Ad_Ccompléments ZAC Saulaie Granulo

Référence Commande : 22LES066Ad_Ccompléments ZAC Saulaie Granulo

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PMG3 (0-1.1)	PMG6 (0-1)	PMG1 (0-1)	PMG2 (0-1)	PMG3 (1.5-3)	PMG3 (1.1-1.5)
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	01/03/2023	01/03/2023	01/03/2023	01/03/2023	01/03/2023	01/03/2023
Date de début d'analyse :	07/03/2023	07/03/2023	07/03/2023	07/03/2023	07/03/2023	07/03/2023
Température de l'air de l'enceinte :	7.8°C	7.8°C	7.8°C	7.8°C	7.8°C	7.8°C

Sous-traitance
**EM00M : Analyse granulométrique par tamisage
à sec**

Méthode		Lavage & tamisage voie sèche					
Passant à 100 mm	%	100	100	100	100	100	100
Passant à 80 mm	%	100	100	100	87	100	100
Passant à 63 mm	%	100	100	89	74	88	100
Passant à 40 mm	%	88	90	74	70	78	93
Passant à 31,5 mm	%	83	83	72	68	73	93
Passant à 20 mm	%	68	75	66	61	65	84
Passant à 10 mm	%	59	59	53	50	59	69
Passant à 5 mm	%	49	48	46	43	56	58
Passant à 2 mm	%	42	40	41	35	54	48
Passant à 1 mm	%	37	35	37	29	52	42
Passant à 80 µm	%	12	9.0	15	6.0	24	11

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039688

Version du : 17/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-052363-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 04/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : 22LES066Ad_Compléments

Nom Projet : 22LES066Ad_Compléments

Nom Commande : 22LES066Ad_Compléments ZAC Saulaie Granulo

Référence Commande : 22LES066Ad_Compléments ZAC Saulaie Granulo

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	PMG4 (1.6-3)	PMG4 (1.1-1.6)	PMG7 (0.5-2.3)	PMG7 (2.3-2.7)	PMG4 (0-1.1)	PMG5 (0-1)
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	01/03/2023	01/03/2023	01/03/2023	01/03/2023		
Date de début d'analyse :	07/03/2023	07/03/2023	07/03/2023	07/03/2023	07/03/2023	08/03/2023
Température de l'air de l'enceinte :	7.8°C	7.8°C	7.8°C	7.8°C	7.8°C	7.8°C

Administratif

 LS0IR : **Mise en réserve de
l'échantillon (en option)**
Sous-traitance

 EM00M : **Analyse granulométrique par tamisage
à sec**

Méthode		Lavage & tamisage voie sèche				
Passant à 100 mm	%	100	100	100	100	100
Passant à 80 mm	%	100	100	100	79	100
Passant à 63 mm	%	82	100	100	79	100
Passant à 40 mm	%	75	92	100	79	100
Passant à 31,5 mm	%	72	80	100	79	100
Passant à 20 mm	%	67	64	94	79	91
Passant à 10 mm	%	64	48	82	78	77
Passant à 5 mm	%	62	39	67	77	67
Passant à 2 mm	%	60	34	52	74	58
Passant à 1 mm	%	58	32	43	71	52
Passant à 80 µm	%	30	16	10	34	18

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E039688

Version du : 17/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-052363-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 04/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : 22LES066Ad_Ccompléments

Nom Projet : 22LES066Ad_Ccompléments

Nom Commande : 22LES066Ad_Ccompléments ZAC Saulaie Granulo

Référence Commande : 22LES066Ad_Ccompléments ZAC Saulaie Granulo

**Aurélie RODERMANN**

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Annexe technique

Dossier N° :23E039688

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-052363-01

Emetteur : Mme Gwendoline BERAS

Commande EOL : 006-10514-980373

 Nom projet : N° Projet : 22LES066Ad_Compléments
22LES066Ad_Compléments

 Référence commande : 22LES066Ad_Compléments
ZAC Saulaie Granulo

Nom Commande : 22LES066Ad_Compléments ZAC Saulaie Granulo

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
EM00M	Analyse granulométrique par tamisage à sec Méthode Passant à 100 mm Passant à 80 mm Passant à 63 mm Passant à 40 mm Passant à 31,5 mm Passant à 20 mm Passant à 10 mm Passant à 5 mm Passant à 2 mm Passant à 1 mm Passant à 80 µm	Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056				Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles Fr
LS0IR	Mise en réserve de l'échantillon (en option)					Eurofins Analyses pour l'Environnement France

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 23E039688

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-052363-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-980373

Nom projet : N° Projet : 22LES066Ad_Compléments
22LES066Ad_Compléments

Référence commande : 22LES066Ad_Compléments ZAC
Saulaie Granulo

Nom Commande : 22LES066Ad_Compléments ZAC Saulaie
Granulo

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	PMG3 (0-1.1)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
002	PMG6 (0-1)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
003	PMG1 (0-1)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
004	PMG2 (0-1)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
005	PMG3 (1.5-3)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
006	PMG3 (1.1-1.5)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
007	PMG4 (1.6-3)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
008	PMG4 (1.1-1.6)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
009	PMG7 (0.5-2.3)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
010	PMG7 (2.3-2.7)	01/03/2023 09:33:00	04/03/2023	07/03/2023		
011	PMG4 (0-1.1)		04/03/2023	08/03/2023		
012	PMG5 (0-1)		04/03/2023	08/03/2023		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003903-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Sols	23E039688-001	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003903-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-001**

Référence : 23E039688-001

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG3 (0-1.1) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	100	%	
Passant à 63 mm	100	%	
Passant à 40 mm	88	%	
Passant à 31,5 mm	83	%	
Passant à 20 mm	68	%	
Passant à 10 mm	59	%	
Passant à 5 mm	49	%	
Passant à 2 mm	42	%	
Passant à 1 mm	37	%	
Passant à 80 µm	12	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

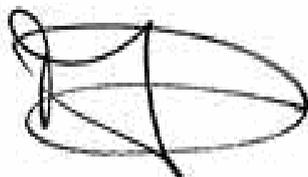
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

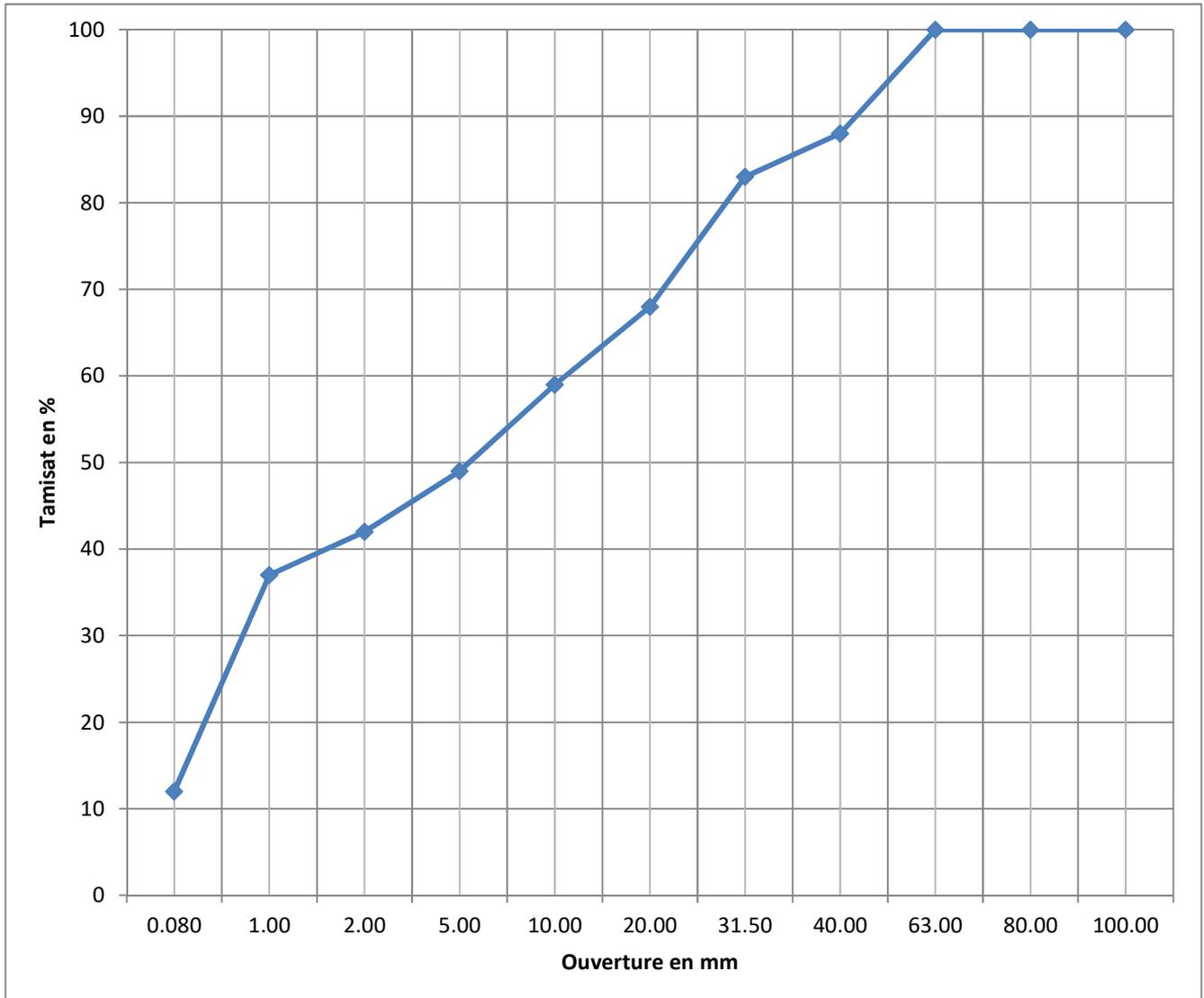
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

Page ANNEXE.V1
23Q001725-001



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003904-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
002	Sols	23E039688-002	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003904-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-002**

Référence : 23E039688-002

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG6 (0-1) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	100	%	
Passant à 63 mm	100	%	
Passant à 40 mm	90	%	
Passant à 31,5 mm	83	%	
Passant à 20 mm	75	%	
Passant à 10 mm	59	%	
Passant à 5 mm	48	%	
Passant à 2 mm	40	%	
Passant à 1 mm	35	%	
Passant à 80 µm	9.0	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

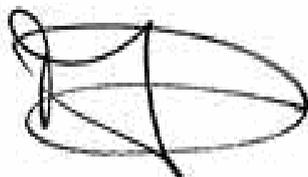
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

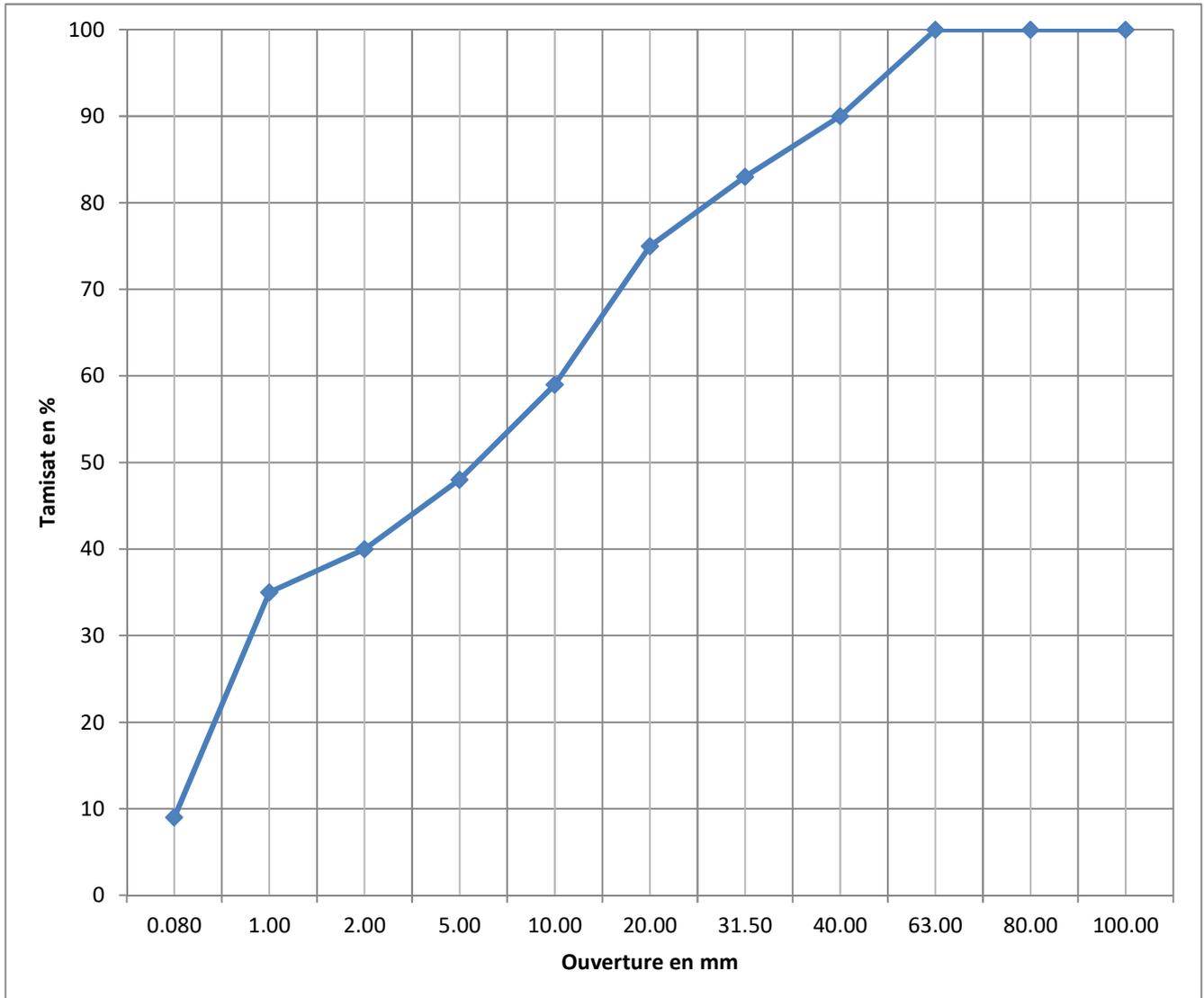
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

Page ANNEXE.V1
23Q001725-002



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003905-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
003	Sols	23E039688-003	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003905-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-003**

Référence : 23E039688-003

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG1 (0-1) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	100	%	
Passant à 63 mm	89	%	
Passant à 40 mm	74	%	
Passant à 31,5 mm	72	%	
Passant à 20 mm	66	%	
Passant à 10 mm	53	%	
Passant à 5 mm	46	%	
Passant à 2 mm	41	%	
Passant à 1 mm	37	%	
Passant à 80 µm	15	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

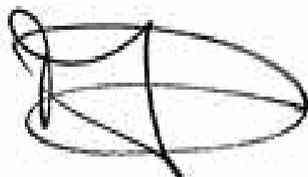
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

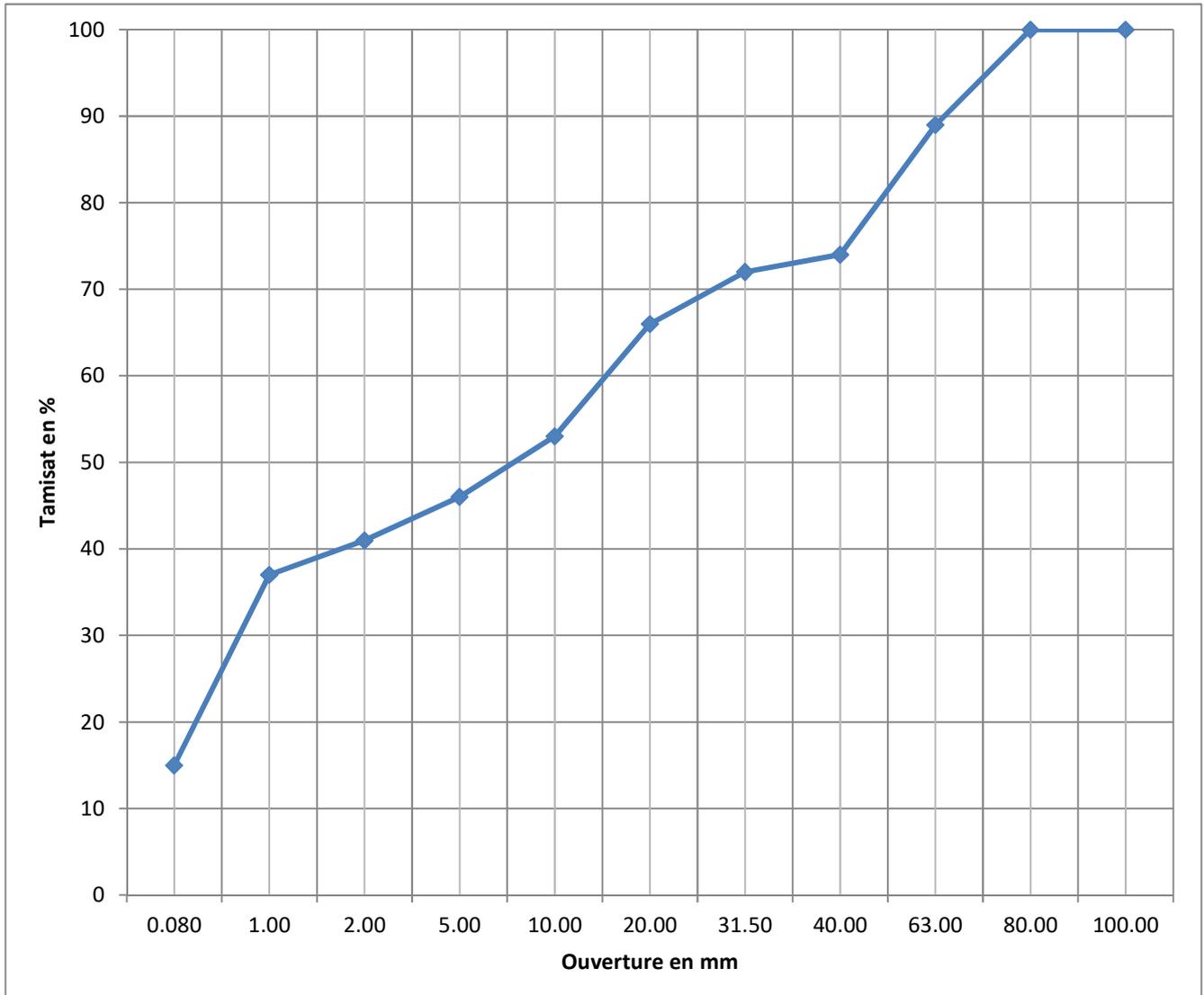
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

Page ANNEXE.V1
23Q001725-003



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003906-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
004	Sols	23E039688-004	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003906-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-004**

Référence : 23E039688-004

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG2 (0-1) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	87	%	
Passant à 63 mm	74	%	
Passant à 40 mm	70	%	
Passant à 31,5 mm	68	%	
Passant à 20 mm	61	%	
Passant à 10 mm	50	%	
Passant à 5 mm	43	%	
Passant à 2 mm	35	%	
Passant à 1 mm	29	%	
Passant à 80 µm	6.0	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

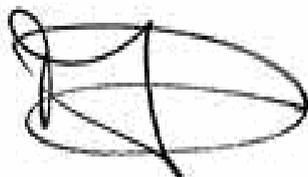
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

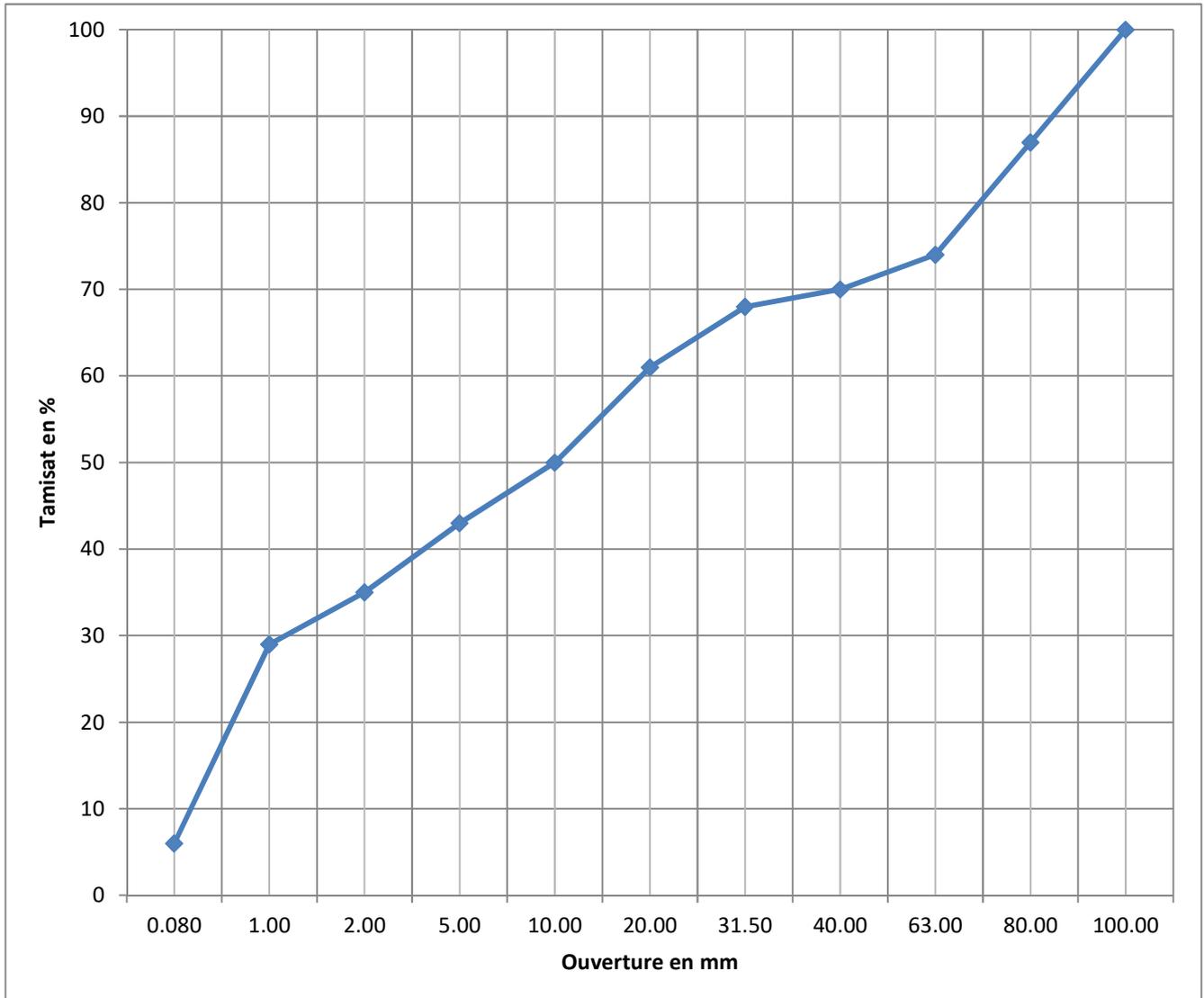
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

Page ANNEXE.V1
23Q001725-004



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003907-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
005	Sols	23E039688-005	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003907-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-005**

Référence : 23E039688-005

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG3 (1.5-3) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	100	%	
Passant à 63 mm	88	%	
Passant à 40 mm	78	%	
Passant à 31,5 mm	73	%	
Passant à 20 mm	65	%	
Passant à 10 mm	59	%	
Passant à 5 mm	56	%	
Passant à 2 mm	54	%	
Passant à 1 mm	52	%	
Passant à 80 µm	24	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

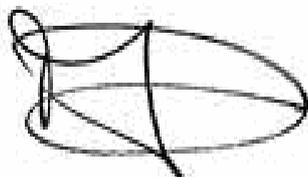
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

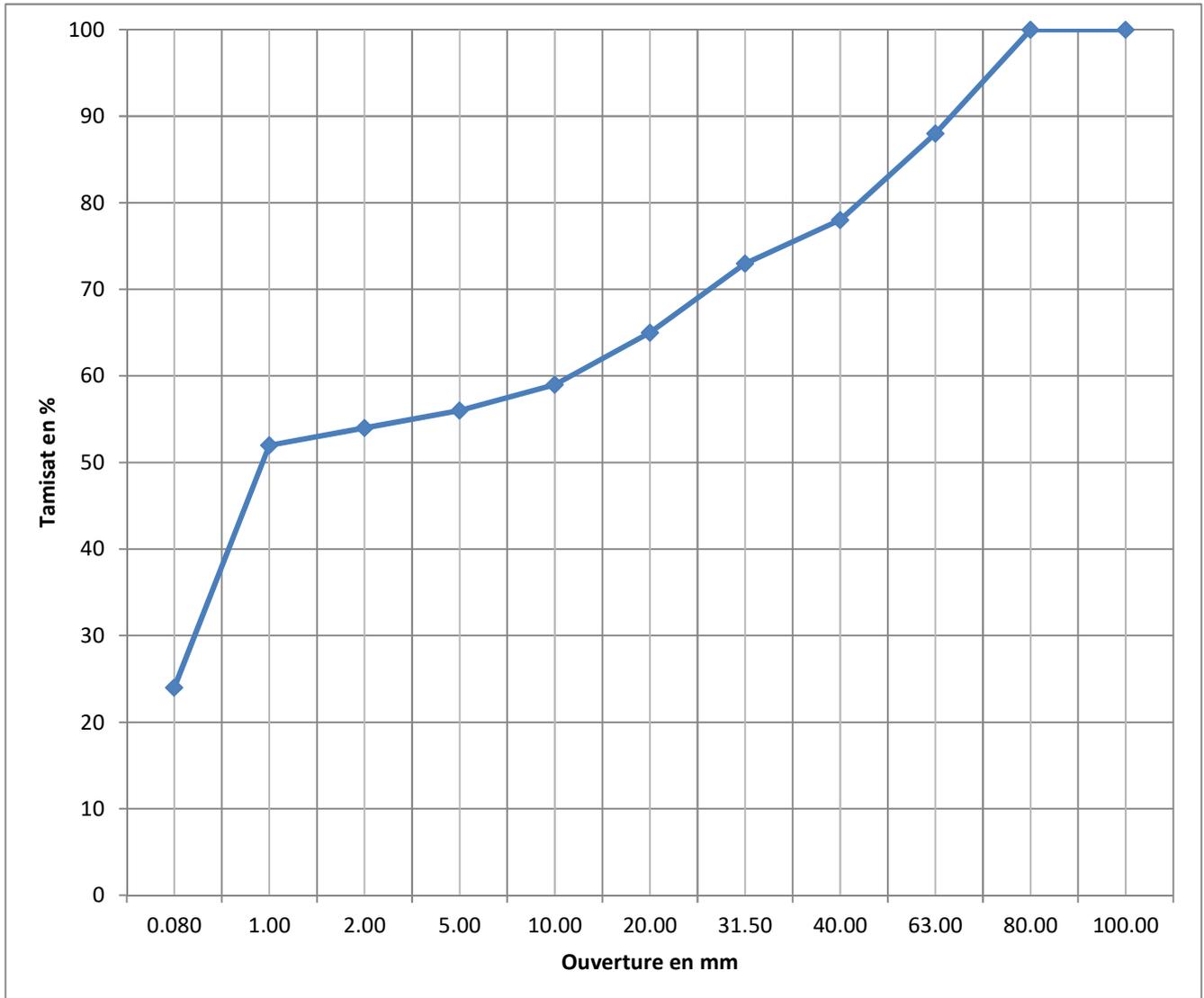
SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003908-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
006	Sols	23E039688-006	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003908-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-006**

Référence : 23E039688-006

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG3 (1.1-1.5) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	100	%	
Passant à 63 mm	100	%	
Passant à 40 mm	93	%	
Passant à 31,5 mm	93	%	
Passant à 20 mm	84	%	
Passant à 10 mm	69	%	
Passant à 5 mm	58	%	
Passant à 2 mm	48	%	
Passant à 1 mm	42	%	
Passant à 80 µm	11	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

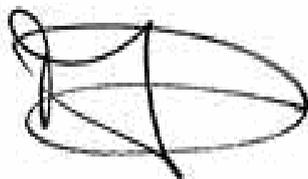
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut



Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

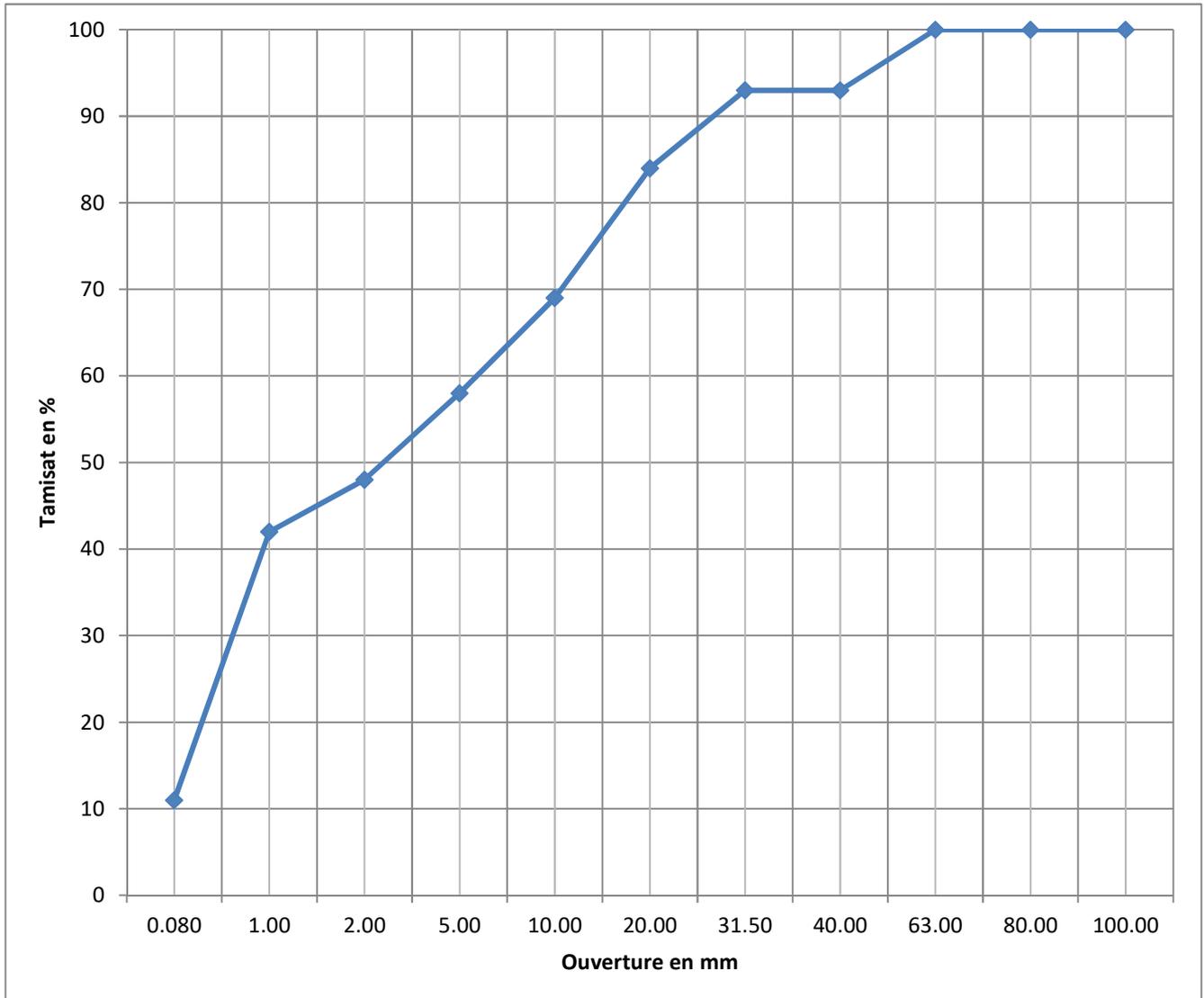
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

Page ANNEXE.V1
23Q001725-006



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003909-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
007	Sols	23E039688-007	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003909-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-007**

Référence : 23E039688-007

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG4 (1.6-3) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	100	%	
Passant à 63 mm	82	%	
Passant à 40 mm	75	%	
Passant à 31,5 mm	72	%	
Passant à 20 mm	67	%	
Passant à 10 mm	64	%	
Passant à 5 mm	62	%	
Passant à 2 mm	60	%	
Passant à 1 mm	58	%	
Passant à 80 µm	30	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

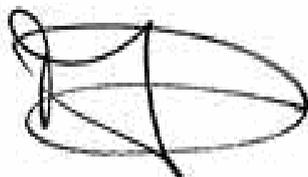
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

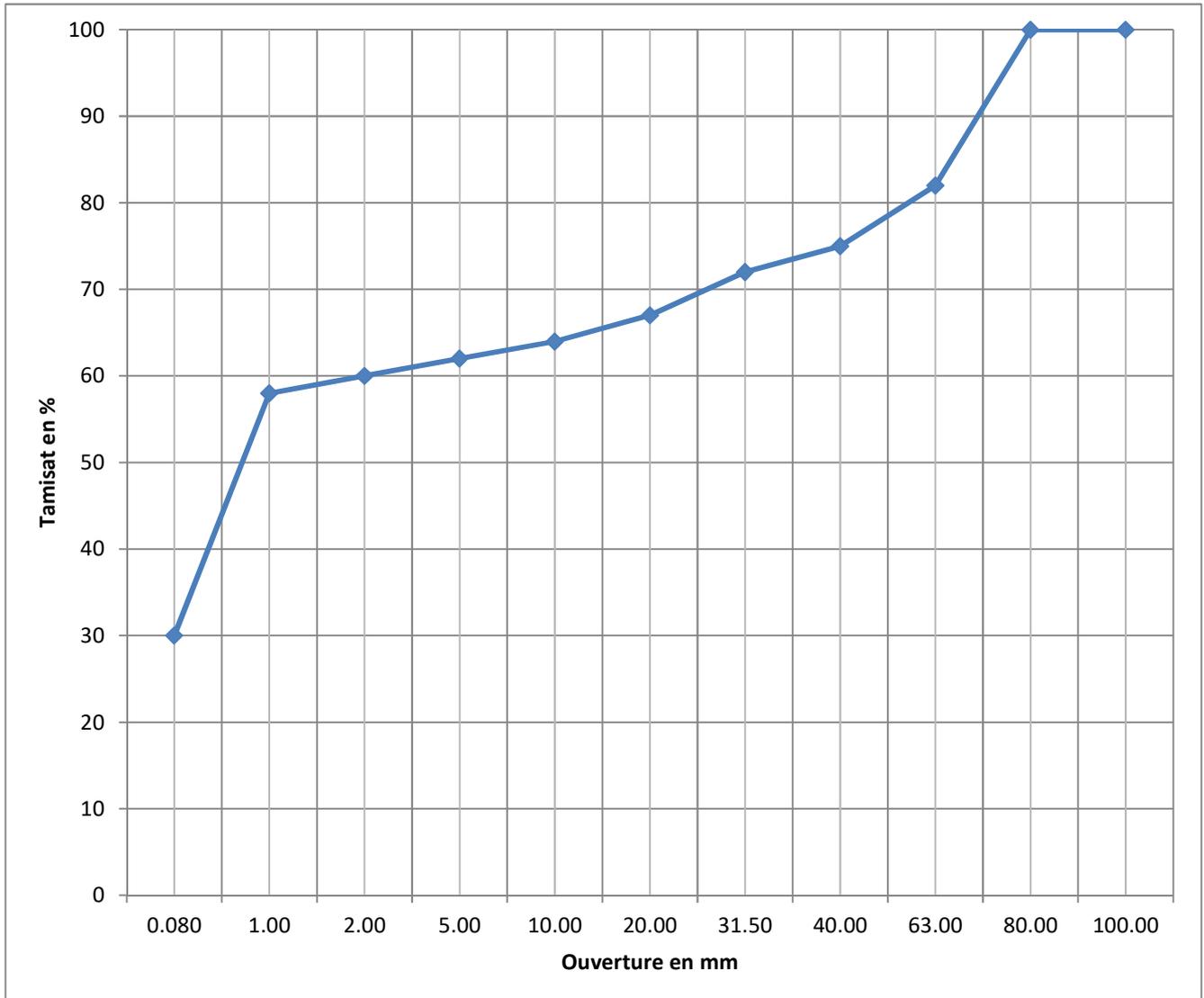
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

Page ANNEXE.V1
23Q001725-007



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003910-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
008	Sols	23E039688-008	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003910-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-008**

Référence : 23E039688-008

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG4 (1.1-1.6) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	100	%	
Passant à 63 mm	100	%	
Passant à 40 mm	92	%	
Passant à 31,5 mm	80	%	
Passant à 20 mm	64	%	
Passant à 10 mm	48	%	
Passant à 5 mm	39	%	
Passant à 2 mm	34	%	
Passant à 1 mm	32	%	
Passant à 80 µm	16	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

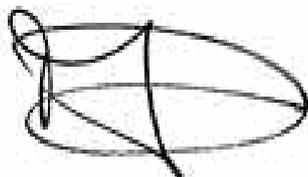
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

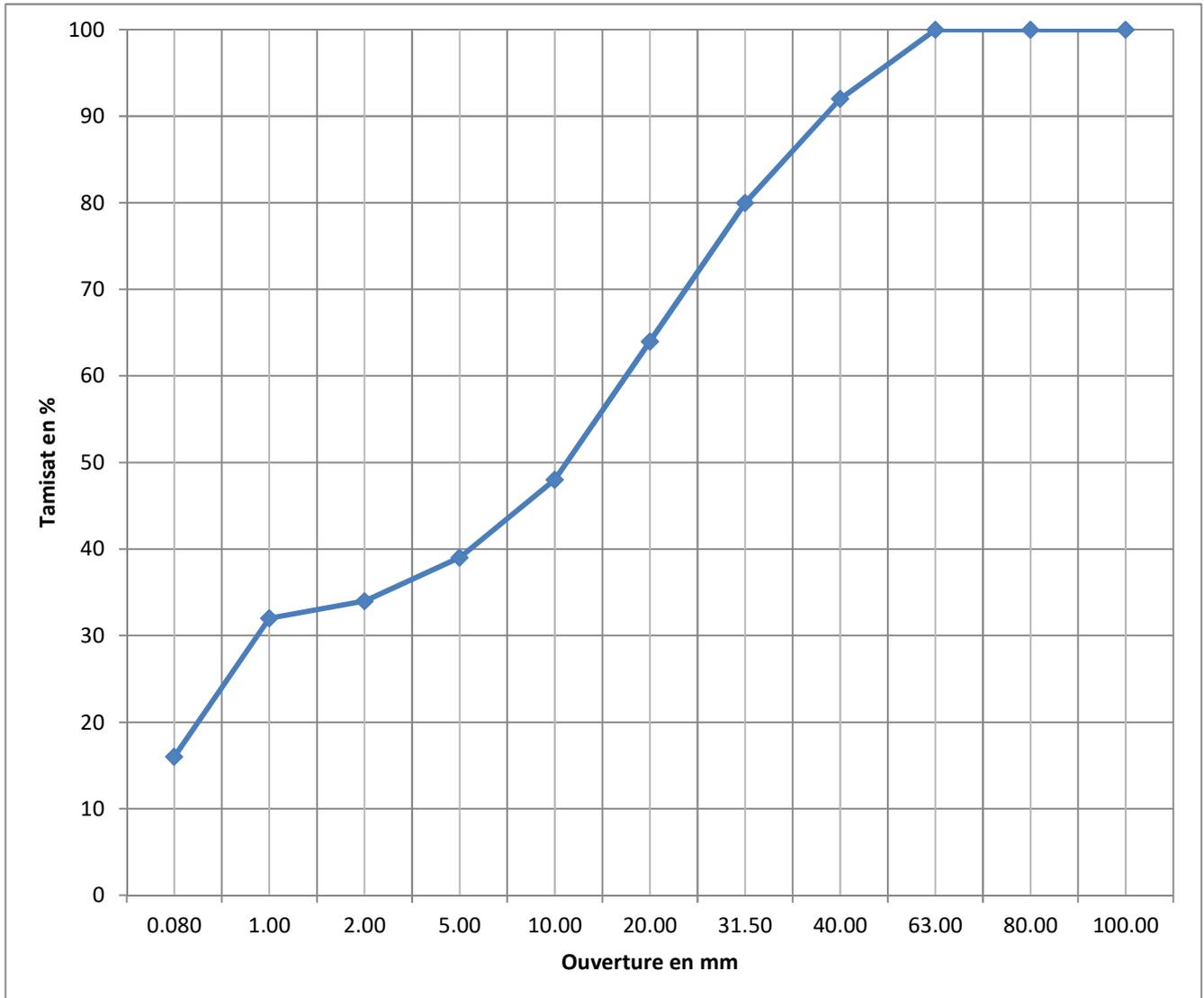
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

Page ANNEXE.V1
23Q001725-008



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003911-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
009	Sols	23E039688-009	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003911-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-009**

Référence : 23E039688-009

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG7 (0.5-2.3) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	100	%	
Passant à 63 mm	100	%	
Passant à 40 mm	100	%	
Passant à 31,5 mm	100	%	
Passant à 20 mm	94	%	
Passant à 10 mm	82	%	
Passant à 5 mm	67	%	
Passant à 2 mm	52	%	
Passant à 1 mm	43	%	
Passant à 80 µm	10	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

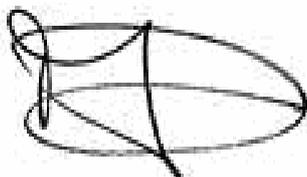
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

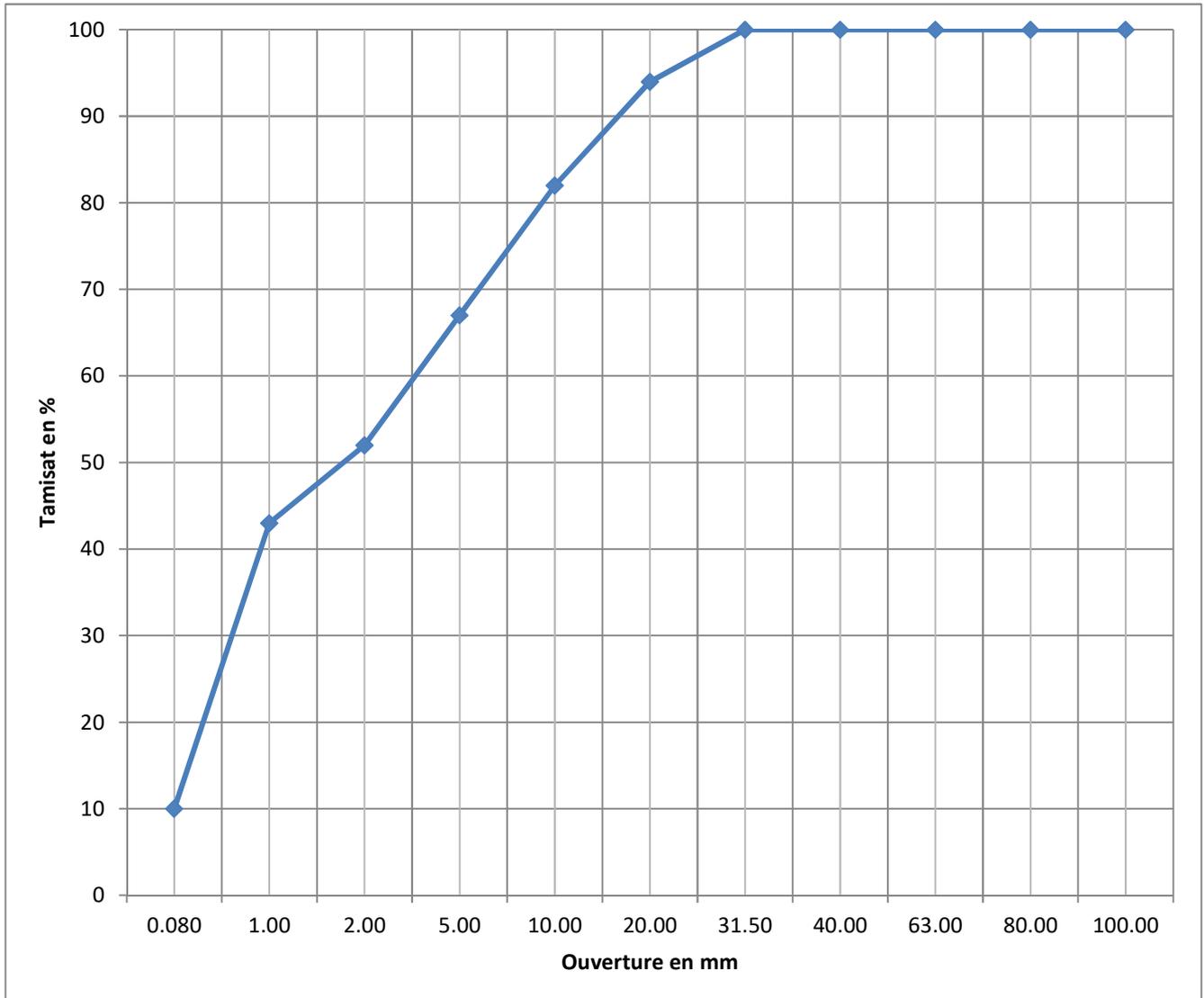
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

Page ANNEXE.V1
23Q001725-009



EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003912-01 Version du : 17/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
010	Sols	23E039688-010	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003912-01 Version du : 17/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001725

Date de réception : 08/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129442

N° Echantillon **23Q001725-010**

Référence : 23E039688-010

Date de prélèvement : 01/03/2023

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG7 (2.3-2.7) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	79	%	
Passant à 63 mm	79	%	
Passant à 40 mm	79	%	
Passant à 31,5 mm	79	%	
Passant à 20 mm	79	%	
Passant à 10 mm	78	%	
Passant à 5 mm	77	%	
Passant à 2 mm	74	%	
Passant à 1 mm	71	%	
Passant à 80 µm	34	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

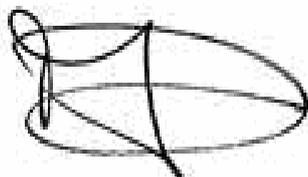
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003748-01 Version du : 15/03/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23Q001815

Date de réception : 10/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129505

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Sols	23E039688-012	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-EM-003748-01 Version du : 15/03/2023

Page 2/2

Dossier N° : 23Q001815

Date de réception : 10/03/2023

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200129505

N° Echantillon **23Q001815-001**

Référence : 23E039688-012

Date de prélèvement :

Début d'analyse : 15/03/2023

Description échantillon : PMG5 (0-1) -

Essais Physiques

	Résultat	Unité	Limite
EM00M : Analyse granulométrique par tamisage à sec Prestation réalisée sur le site de Saverne (Non accrédité)			
Tamisage et gravimétrie - NF P 94-056			
Méthode	Lavage & tamisage voie sèche		
Passant à 100 mm	100	%	
Passant à 80 mm	100	%	
Passant à 63 mm	100	%	
Passant à 40 mm	100	%	
Passant à 31,5 mm	100	%	
Passant à 20 mm	91	%	
Passant à 10 mm	77	%	
Passant à 5 mm	67	%	
Passant à 2 mm	58	%	
Passant à 1 mm	52	%	
Passant à 80 µm	18	%	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

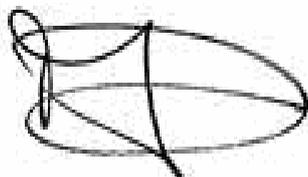
Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothee Mangold
Cheffe d'Equipe



EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

20 rue du Kochersberg

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

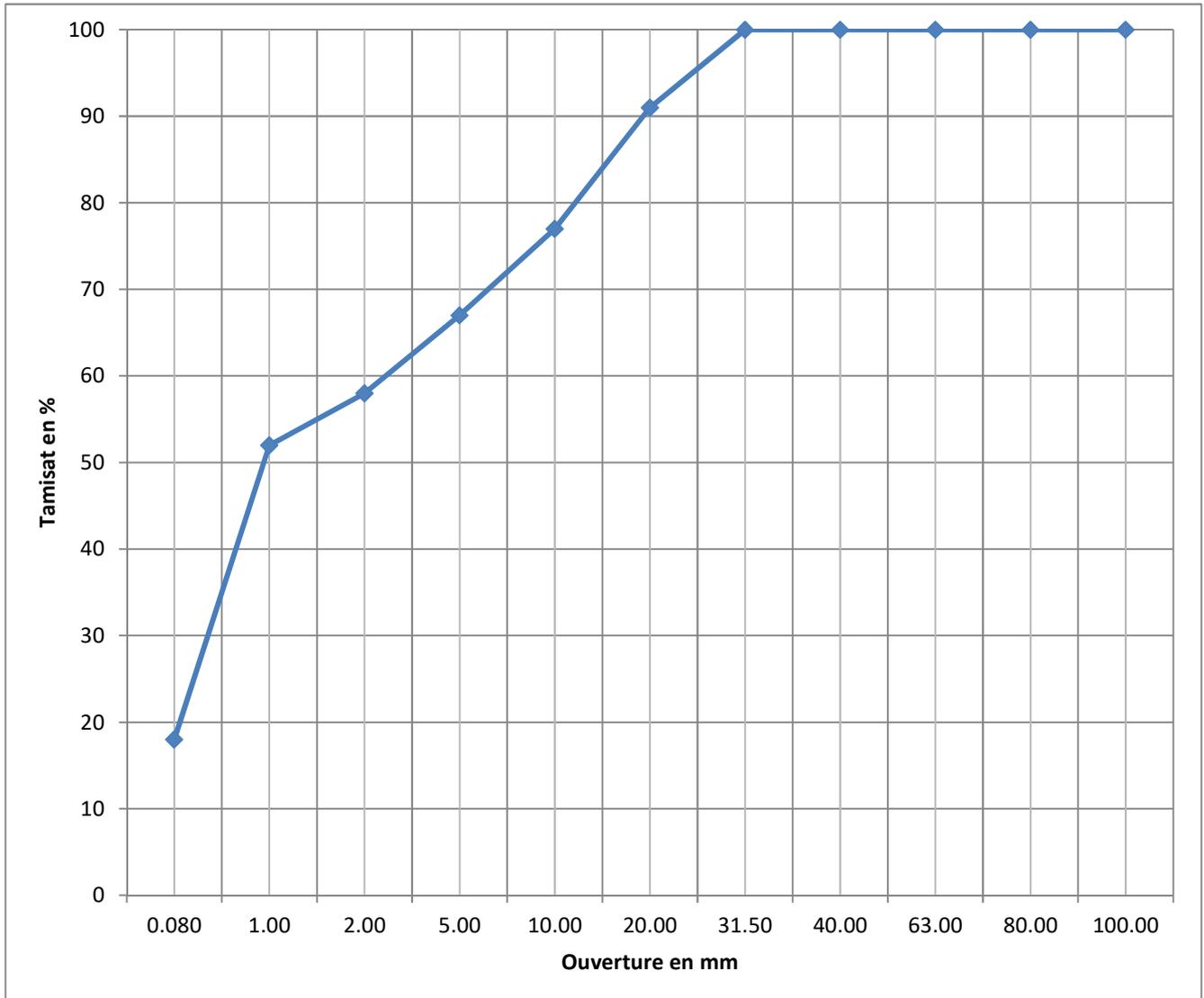
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

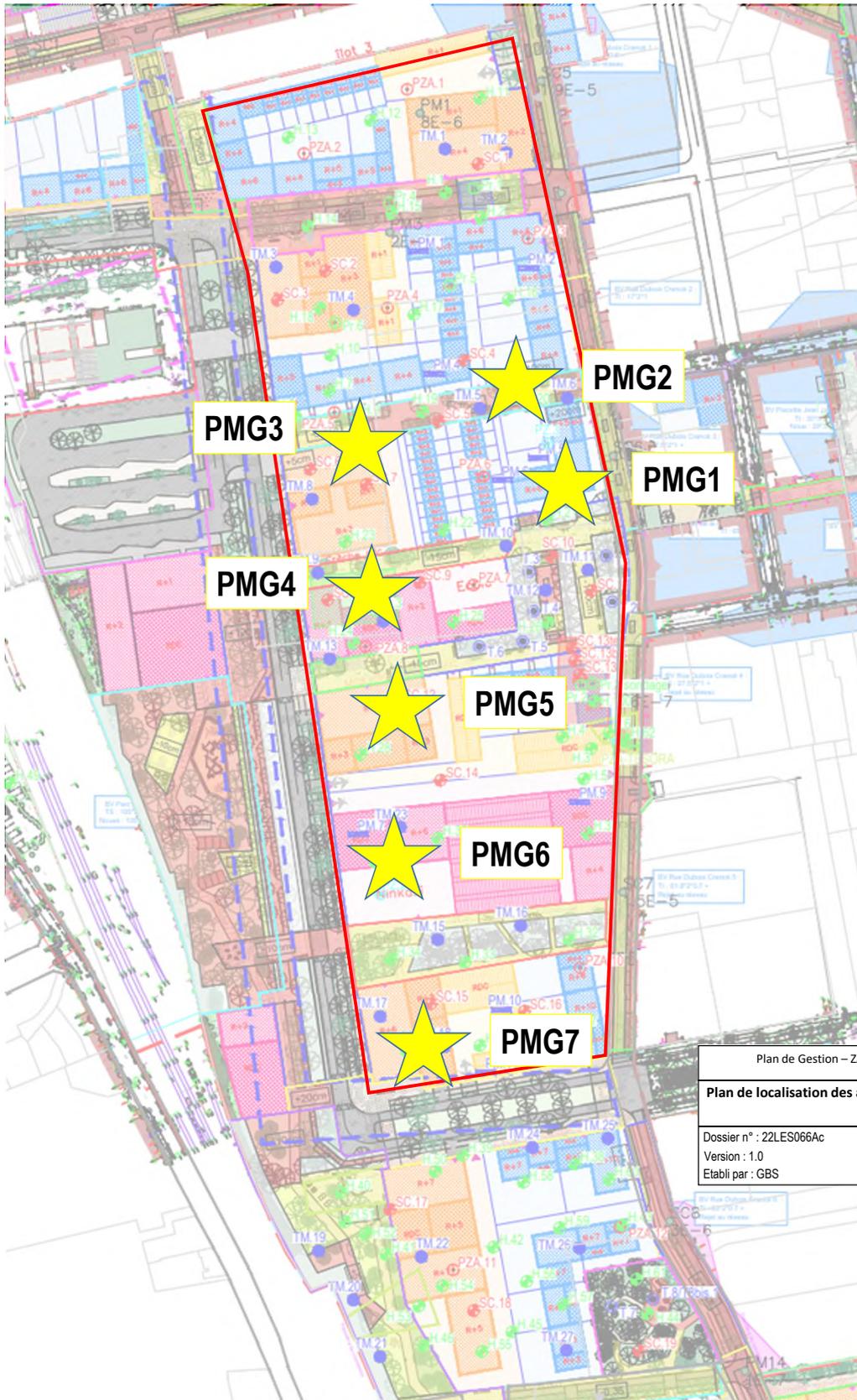
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@Eurofins.com

Page ANNEXE.V1
23Q001815-001



A3.2	Plan d'implantation des essais granulométriques et coupes lithologiques
-------------	--

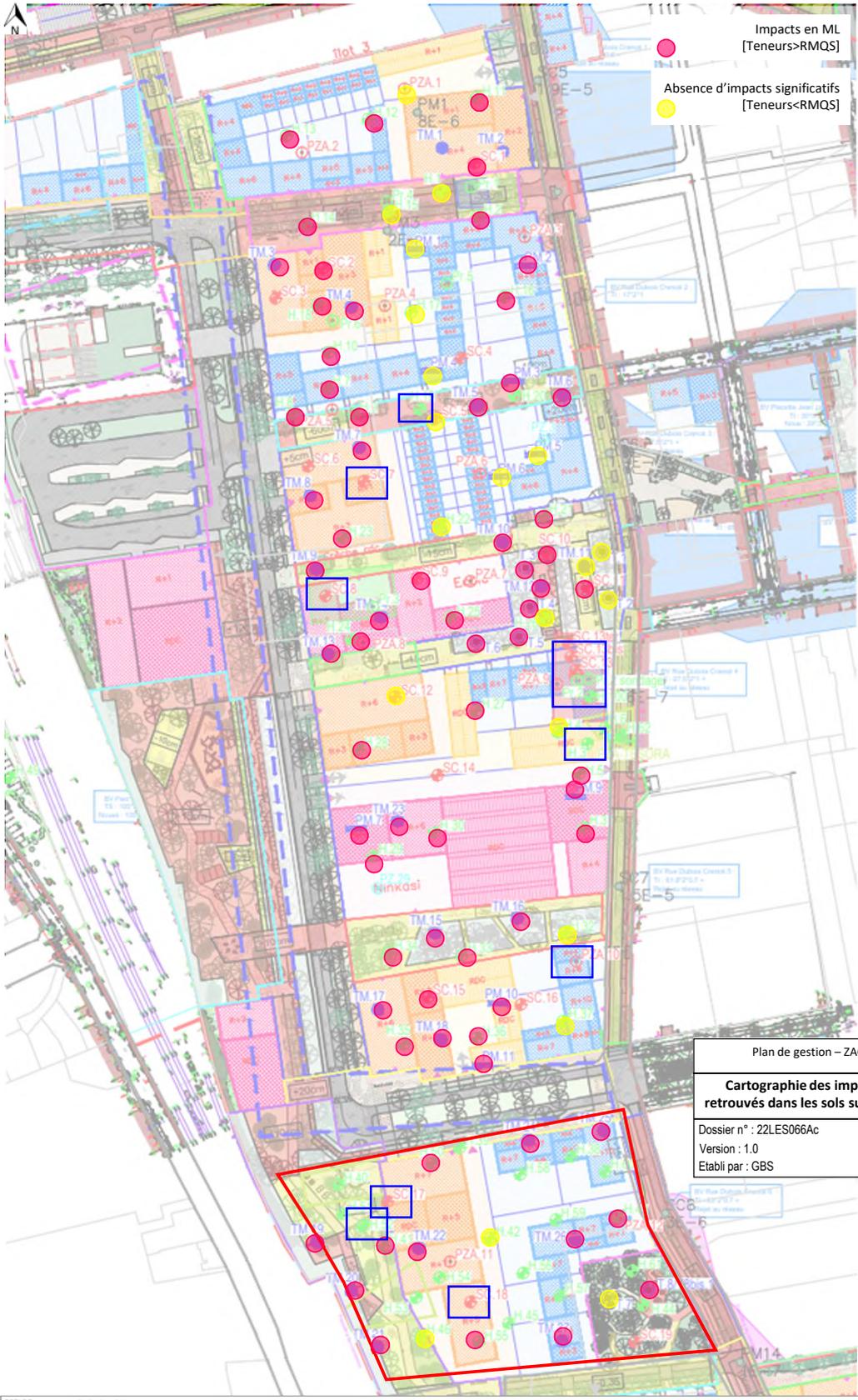


Plan de Gestion – ZAC Saulaie, Oullins (69)		
Plan de localisation des analyses granulométriques		
Dossier n° : 22LES066Ac Version : 1.0 Etabli par : GBS	Echelle : Graphique 02/06/2023	 

LEGENDE - - - Limite du projet Investigation ERG 2021 PM.x TM.x T.x	Investigation ERG 2022 SC.x PZA.x Carte Peizaz	Investigation ARTELA 2018 H.x Pr.x Peizaz Peizaz existant	Investigation TESORA 2022 Peizaz PZA-TESORA Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement de la station de métro ligne B Oullins (Etude Bernard Eltec 2009) Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement de parking relais de la station de métro	Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement d'une voirie (Etude S TD 2012 et GRS Valtech 2012) Zone de pollution concentrée à la charge de la SNCF	Atelier de garnissage Atelier 2bis Local bricole
---	--	---	--	---	--

A4	GESTION DES DEBLAIS
-----------	----------------------------

A4.1	Cartographie des déblais superficiels liés aux espaces verts
-------------	---



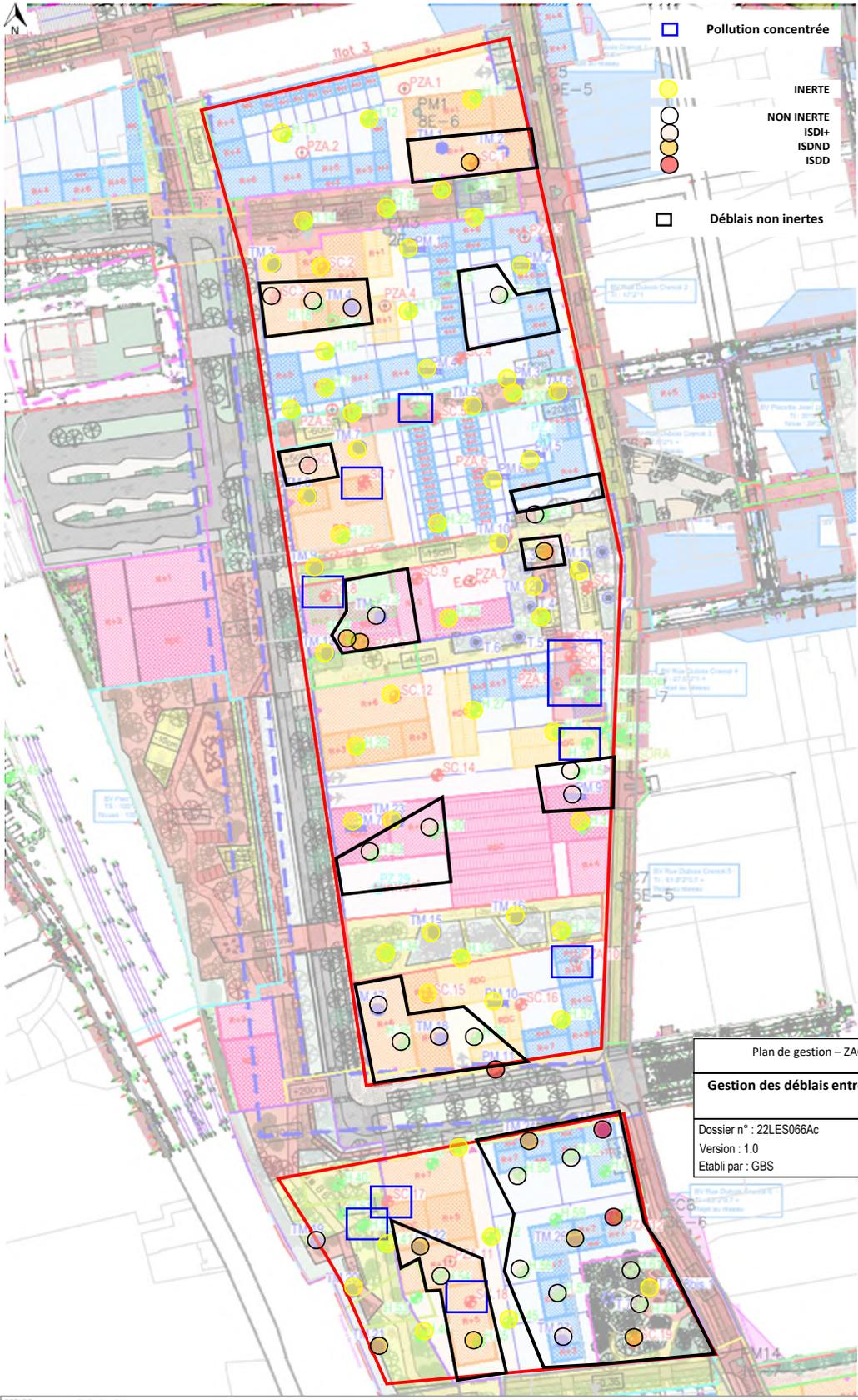
Impacts en ML
[Teneurs > RMQS]

Absence d'impacts significatifs
[Teneurs < RMQS]

Plan de gestion – ZAC Saulaie, Oullins (69)		
Cartographie des impacts en métaux lourds retrouvés dans les sols superficiels du site d'étude		
Dossier n° : 22LES066Ac	Echelle : Graphique	
Version : 1.0	05/04/2023	
Etabli par : GBS		

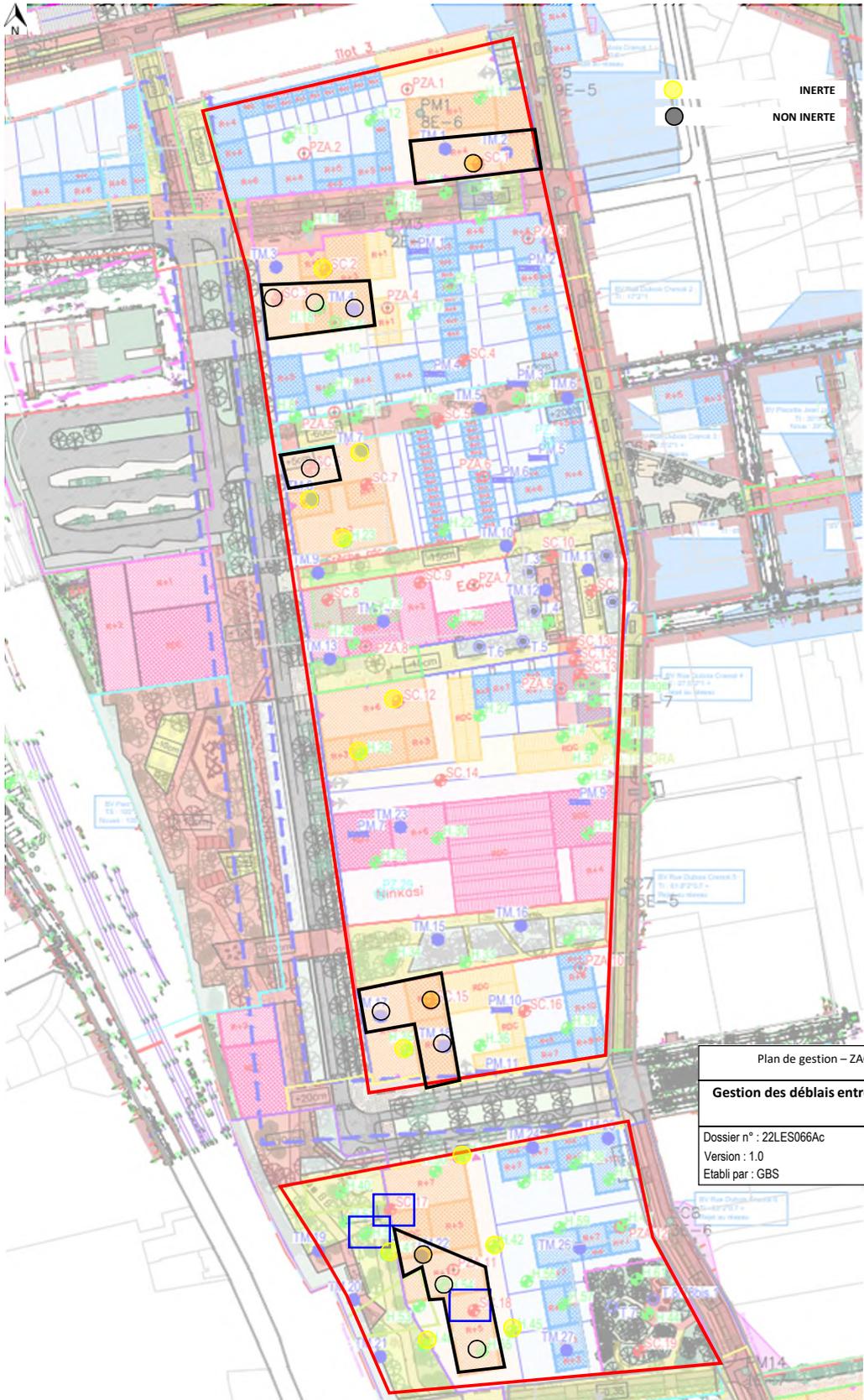
LEGENDE		— Limite du projet		— Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement de la station de métro ligne B Oullins (Etude Bernard Eltec 2009)		— Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement d'une voirie (Etude STD 2012 et GRS Valtech 2012)		— Atelier de garnissage	
— PM.x	— SC.x	— H.x	— PZAR	— Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement de parking relais de la station de métro	— Zone de pollution concentrée à la charge de la SNCF	— Atelier 2bis	— Local bricole		
— TM.x	— PZA.x	— Pr.x	— PZAR						
— T.x		— Pr.x	— PZAR						

A4.2	Cartographie des déblais liés au projet d'aménagement
-------------	--



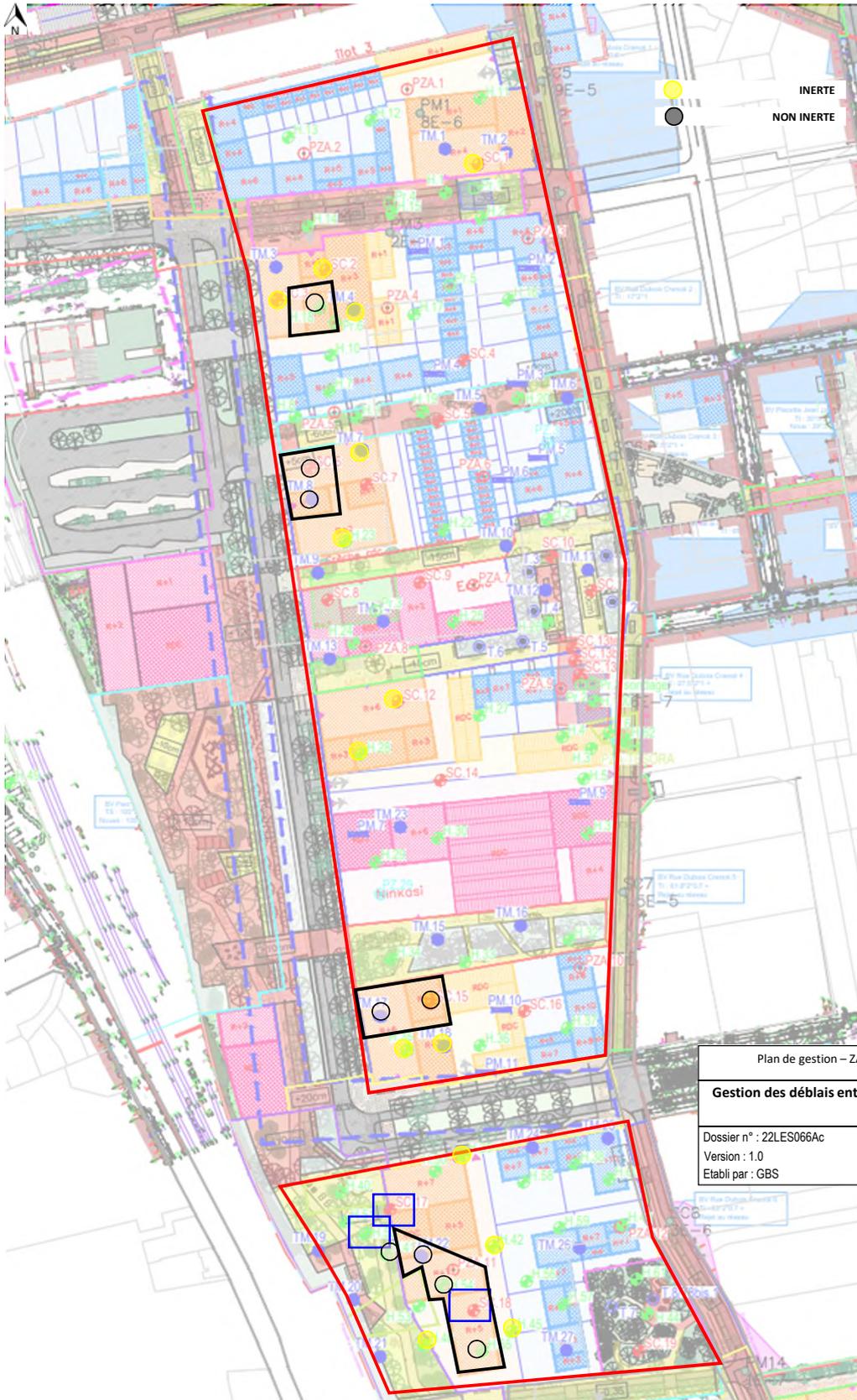
Plan de gestion – ZAC Saulaie, Oullins (69)		
Gestion des déblais entre 0 et 1 m de profondeur		
Dossier n° : 22LES066Ac	Echelle : Graphique	
Version : 1.0	05/04/2023	
Etabli par : GBS		

LEGENDE - - - Limite du projet Investigation ERG 2021 PM.x TM.x T.x	Investigation ERG 2022 SC.x PZA.x Carte Peizaz	Investigation ARTELIA 2018 H.x Pr.x Peizaz Peizaz existant	Investigation TESORA 2022 Peizaz PZA-TESORA - - - Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement de la station de métro ligne B Oullins (Etude Bernard Eltec 2009) - - - Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement de parking relais de la station de métro	- - - Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement d'une voirie (Etude STD 2012 et GRS Valtech 2012) - - - Zone de pollution concentrée à la charge de la SNCF	Atelier de garnissage Atelier 2bis Local bricole
---	--	--	--	--	--



Plan de gestion – ZAC Saulaie, Oullins (69)		
Gestion des déblais entre 1 et 2 m de profondeur		 
Dossier n° : 22LES066Ac	Echelle : Graphique	
Version : 1.0	05/04/2023	
Etabli par : GBS		

LEGENDE - - - Limite du projet Investigation ERG 2021 PM.x TM.x T.x	Investigation ERG 2022 SC.x PZA.x Carte Peizaz	Investigation ARTELA 2018 H.x Pr.x Peizaz Peizaz existant	Investigation TESORA 2022 Peizaz PZA-TESORA	- - - Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement de la station de métro ligne B Oullins (Etude Bernard Eltec 2009) - - - Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement de parking relais de la station de métro - - - Zone réhabilitée dans le cadre de l'aménagement d'une voirie (Etude STD 2012 et GRS Valtech 2012) Zone de pollution concentrée à la charge de la SNCF	Atelier de garnissage Atelier 2bis Local bricole
---	--	---	---	---	--



Plan de gestion – ZAC Saulaie, Oullins (69)		
Gestion des déblais entre 2 et 3 m de profondeur		
Dossier n° : 22LES066Ac	Echelle : Graphique	
Version : 1.0	05/04/2023	
Etabli par : GBS		

LEGENDE - - - Limite du projet Investigation ERG 2021 PM.x TM.x T.x	Investigation ERG 2022 SC.x PZA.x Cardité Peizaz	Investigation ARTELA 2018 H.x Pr.x PrZ Cardité Peizaz Peizazmit e existant PrZ.x	Investigation TESORA 2022 PZA-TESORA Zone réhabilité dans le cadre de l'aménagement de la station de métro ligne B Oullins (Etude Bernard Eltec 2009) Zone réhabilité dans le cadre de l'aménagement de parking relais de la station de métro Zone réhabilité dans le cadre de l'aménagement d'une voirie (Etude STD 2012 et GRS Valtech 2012) Zone de pollution concentrée à la charge de la SNCF	Atelier de garnissage Atelier 2bis Local bricole
---	--	---	---	--

A4	CONDITIONS GENERALES DE L'OFFRE TECHNICO-COMMERCIALE
-----------	---

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, 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 DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles 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.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment). ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

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 ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés. Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'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, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend 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. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. 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. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

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. 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 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.

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 missions 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. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission 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 de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. 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.

14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « SYNTEC », l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance 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.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. 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 de retard sera exigible sans qu'un rappel 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 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

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. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission 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 de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

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. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour 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€. 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. 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 inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Economie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage. Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel 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.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du Tribunal de Commerce de Marseille sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

ANNEXE 3. PROJET URBAIN DE LA SAULAIE A OULLINS : VOLETS EAU DE L'ÉTUDE
D'IMPACT INGEROP, JANVIER 2024

PIECE B

DESCRIPTION PROJET

SOMMAIRE

I. PREAMBULE	3	V. RUBRIQUES CONCERNEES AU TITRE DE L'ARTICLE L.214-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT	42
II. CONTEXTE DU PROJET	4	VI. MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION	43
II.1. Contexte territorial	4	VI.1. Suivi du management environnemental en phase chantier	43
II.1.1. La Saulaie, un projet de territoire.....	4	VI.2. Surveillance et entretien des ouvrages d'assainissement	43
II.1.2. Les secteurs du quartier de la Saulaie	4	VI.3. Intervention en cas de pollution accidentelle	43
II.1.3. La Zone d'Aménagement Concertée de la Saulaie	5	I. ANNEXES	44
II.2. Cadre réglementaire sur le site du projet	6	I.1. Annexe 1 : Plans des bassins versants	44
II.2.1. Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)	6	I.2. Annexe 2 : Parcours du moindre dommage.....	46
II.2.2. Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) de l'agglomération Lyonnaise	6	I.3. Annexe 3 : étude perméabilité, GINGER CEBTP, septembre 2022	47
II.2.3. Le Plan Local d'Urbanisme et de l'Habitat (PLU-H).....	6	I.4. Annexe 4 : Étude hydrogéologique, GINGER BURGEAP, septembre 2022	54
II.2.4. Le Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET).....	7	I.5. Annexe 5 : Coupes des ouvrages.....	64
II.2.5. Le référentiel Habitat Durable de la métropole du Grand Lyon	7		
II.2.6. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)	7		
II.2.7. Le Plan de Prévention du Risque Naturel Inondation (PPRNI).....	7		
II.2.8. Le Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT)	7		
II.3. Historique du site	8		
II.4. Enjeux du renouvellement urbain de la Saulaie	9		
II.5. Principes directeurs et grands objectifs de l'opération	9		
II.6. Calendrier et phasage.....	10		
III. PRESENTATION GENERALE DU PROJET	14		
III.1. Objectif et justification de l'intérêt général de l'opération	14		
III.2. Présentation du projet.....	14		
III.2.1. Plan de composition général.....	14		
III.2.2. Les espaces publics	18		
IV. NATURE, CONSISTANCE, VOLUME ET OBJET SOUMIS A AUTORISATION	21		
IV.1. Assainissement actuel.....	21		
IV.2. Projet d'assainissement	24		
IV.2.1. Démarche mise en œuvre	24		
IV.2.2. Réglementations applicables à la ZAC de la Saulaie	24		
IV.2.3. Données sur le site (niveau d'eau et perméabilité).....	25		
IV.2.4. Hypothèses de dimensionnement.....	26		
IV.2.5. Choix des ouvrages	27		
IV.2.6. Principe d'assainissement	29		
IV.2.7. Dimensionnement des ouvrages	29		
IV.2.8. Re dimensionnement des ouvrages des gestion des eaux pluviales existants	38		
IV.2.9. Parcours du moindre dommage.....	38		
IV.3. Zone d'inondation.....	39		
IV.4. Analyse des alternatives	41		
IV.5. Eaux usées	41		
IV.6. Eau potable	41		

I. PREAMBULE

La description du projet présente les objectifs de l'opération au regard du diagnostic de la situation actuelle.

Elle indique les raisons pour lesquelles, le projet présenté a été retenu, et notamment du point de vue de son insertion dans l'environnement. Elle présente également le projet et ses principales caractéristiques.

Résumé synthétique du projet retenu

Le projet est localisé sur les territoires communaux de Oullins et de La Mulatière dans le département du Rhône, au lieu-dit la Saulaie. Ce projet consiste à réaménager le quartier de la Saulaie, défini dans une procédure de ZAC, d'une surface de **20,88 ha**. Le projet prévoit de supprimer des bâtiments, d'aménager de nouveaux espaces publics et une programmation de 128.355 m² de surface de plancher au sein de cette ZAC pour des logements, des activités, des équipements publics et privés. Il est également prévu l'aménagement d'un parc de 1,5 ha et le réaménagement des berges de l'Yzeron.

Le projet implique de nouvelles surfaces imperméabilisées, une gestion des eaux pluviales différentes et des remblais en zone inondable.

Le dossier de création a été approuvé en 2017 qui incluait une étude d'impact. Dans le cadre de la poursuite des études et au vu des études techniques complémentaires réalisées depuis, l'étude d'impact a été mise à jour en 2023. Cette mise à jour est intégrée au présent dossier.

Une procédure de déclaration d'utilité publique est en cours, elle permettra l'acquisition de biens non maîtrisés à ce jour dans le périmètre de la ZAC et fera également l'objet d'une mise en compatibilité du PLU du Grand Lyon. Cette procédure sera initiée en parallèle du dossier d'autorisation environnementale afin d'avoir une instruction et une enquête commune.

II. CONTEXTE DU PROJET

Le secteur de la Saulaie bénéficie d'un positionnement stratégique. Porte d'entrée Sud-Ouest de l'agglomération lyonnaise, ce secteur est un site de projet métropolitain. Aussi, le recul des activités industrielles et ferroviaires, présentes historiquement sur le secteur, amorcent sa profonde transformation.

II.1. Contexte territorial

Le secteur de la Saulaie s'inscrit dans une diversité d'échelles territoriales et bénéficie d'une double dynamique communale et métropolitaine. En effet, le secteur de projet s'inscrit sur les communes d'Oullins et de La Mulatière, et se situe au sein d'un site de projet métropolitain : l'entrée d'agglomération Sud "le Confluent - la Saulaie".

Ce secteur de renouvellement urbain s'étend sur près de 40 hectares, entre les voies ferrées à l'Ouest, le Rhône à l'Est, les berges de l'Yzeron (côté La Mulatière) au Nord et la limite communale de Pierre-Bénite au Sud.

À termes, ce secteur accueillera une programmation mixte autour de l'habitat, des activités économiques et tertiaires, du commerce, ainsi que des équipements privés et publics.

II.1.1. La Saulaie, un projet de territoire

Le quartier de la Saulaie s'inscrit dans la Vallée du Rhône, entre le plateau lyonnais à l'Ouest, la plaine de Lyon à l'Est, et le débouché aval de la confluence du Rhône et de la Saône. Aussi, la double armature environnementale du quartier se caractérise par, un paysage de balmes et de collines, conservant un aspect très naturel, et un paysage de plaine alluviale, en lien avec les rives du Rhône, et dans une moindre mesure de l'Yzeron.

Le quartier de la Saulaie se situe à 6 km au Sud-Ouest de la Ville de Lyon, sur les communes d'Oullins et de la Mulatière. Ces communes bénéficient d'une situation géographique privilégiée, étant limitrophes au centre-ville de Lyon.

La commune d'Oullins bénéficie d'une certaine attractivité, d'une part grâce à ce positionnement stratégique aux portes de Lyon et d'autre part, par des projets de réaménagement urbain d'envergure. Ces projets ont notamment conduit au réaménagement d'espaces publics et de zones d'activités au sein du secteur de la Saulaie, à la réhabilitation de 5 hectares dans le centre-ville d'Oullins et à la création d'une médiathèque.

Le quartier se situe également à proximité de nombreux territoires attractifs, qui participent au renouvellement urbain du Sud-Ouest de l'agglomération lyonnaise : le quartier de la Confluence (situé à environ 3 km), la Vallée de la Chimie, le biodistrict de Lyon-Gerland, le secteur Vallon des hôpitaux (à Saint-Genis-Laval).

Le quartier est relié au territoire métropolitain grâce au boulevard métropolitain M7. Deux projets d'infrastructures terrestres, en cours de définition, augmenteront l'accessibilité du quartier de la Saulaie par les mobilités douces.

Le projet de pacification boulevard métropolitain M7 en un boulevard urbain et la création du passerelle modes doux au-dessus du Rhône permettant de relier directement le quartier de la Saulaie, au quartier de Gerland (7^{ème} arrondissement) et plus largement au centre-ville de Lyon.

La création du pôle multimodal en 2013, via l'aménagement de la station de métro de la ligne B "Gare d'Oullins" et la création d'un pôle relais, a contribué à l'amélioration de la desserte du secteur, et au renforcement des connexions entre le quartier et la métropole lyonnaise. Avec le prolongement réalisé et à poursuivre du métro B, le quartier de la Saulaie se situe à 5 min du quartier de Gerland, 15 min du quartier d'affaires de la Part-Dieu, et moins de 5 min du Vallon des hôpitaux, principal Centre Hospitalier Régional Universitaire (CHRU) du Sud de Lyon.

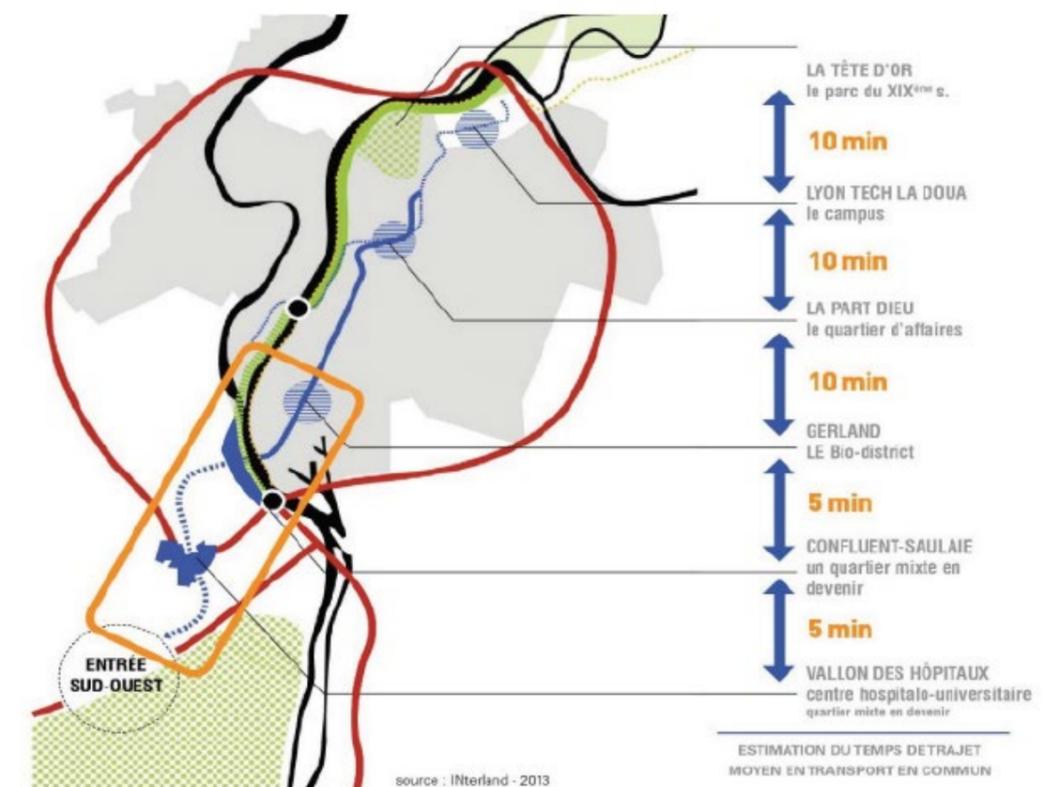
Cette inscription confère au quartier une identité de porte d'entrée métropolitaine. Ce faisant, le renouvellement du quartier constitue une pierre angulaire de l'évolution du territoire métropolitain.

II.1.2. Les secteurs du quartier de la Saulaie

Le quartier de la Saulaie représente une emprise d'environ 40 hectares. Pour engager le renouvellement du secteur et la reconversion des anciennes friches industrielles, plusieurs leviers d'actions ont été définis par la Métropole de Lyon, avec des périmètres distincts :

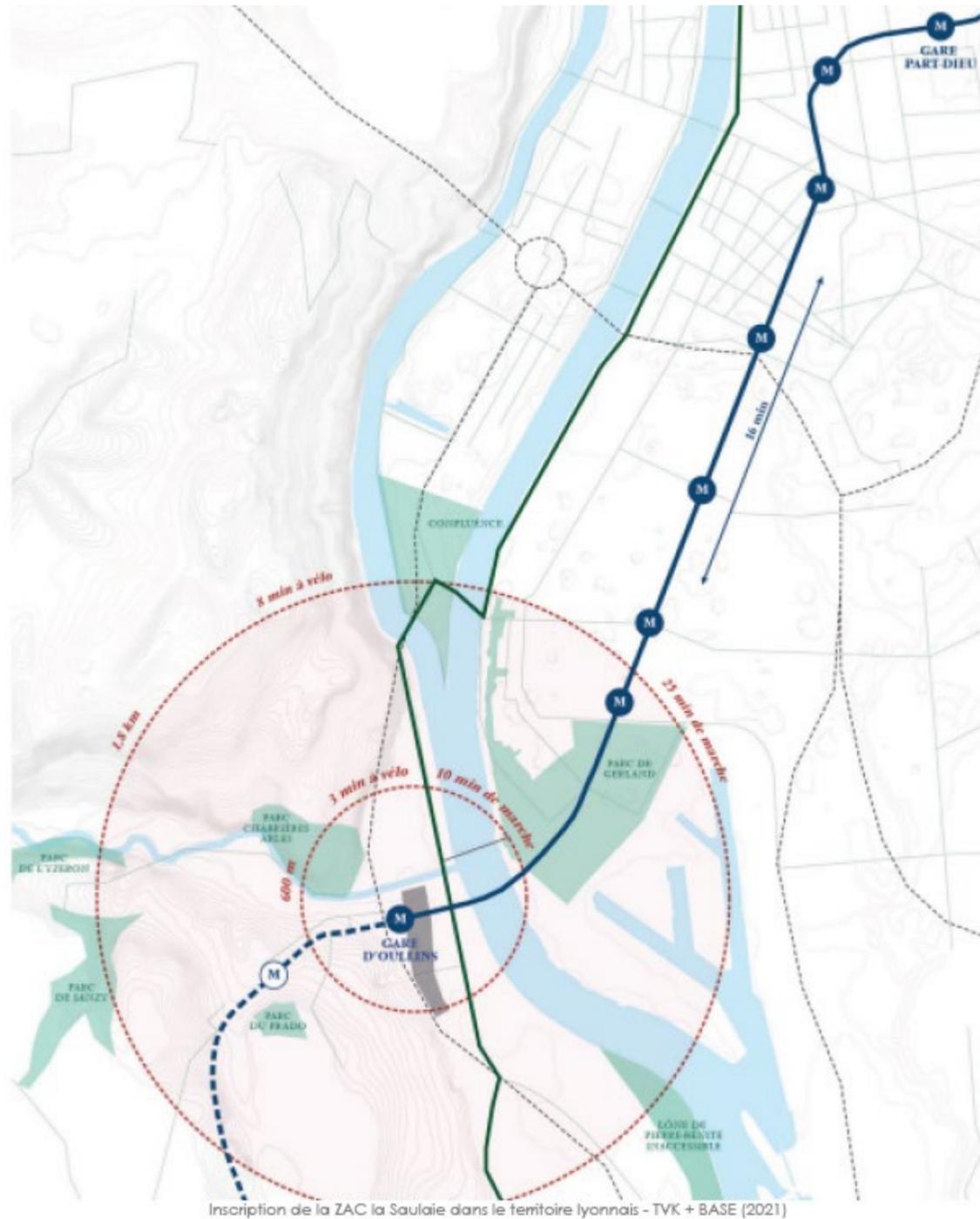
- la création d'une Zone d'Aménagement Concertée de la Saulaie, d'environ 22 ha, objet du présent dossier ;
- la définition de deux secteurs de Projets Urbains Partenariaux (PUP) situés en dehors de la ZAC, d'une emprise respective de 7 000 m² (PUP Nord) et 1,8 ha (PUP Sud). Ces deux secteurs sont sous le pilotage direct de la Métropole du Grand Lyon. Sur ces deux îlots situés le long du M7 et du Rhône seront engagés des projets de rénovation du tissu existant ;
- l'accompagnement du SYTRAL (Syndicat des Transport en Commun de l'Agglomération Lyonnaise) pour l'implantation de l'un de ses dépôts de bus, dans un site à définir, au Sud de l'avenue des Saules. Ce secteur d'étude se situe sur les emprises du projet abandonné d'infrastructure routière de l'anneau des sciences, et représente une emprise d'environ 12 ha située en dehors du périmètre de la ZAC.

Figure 1 : Estimation des temps de trajet depuis la Saulaie



Estimation des temps de trajet depuis le secteur de la Saulaie vers des polarités de l'agglomération lyonnaise - Interland (2013)

Figure 2 : La ZAC la Saulaie dans le territoire lyonnais



II.1.3. La Zone d'Aménagement Concertée de la Saulaie

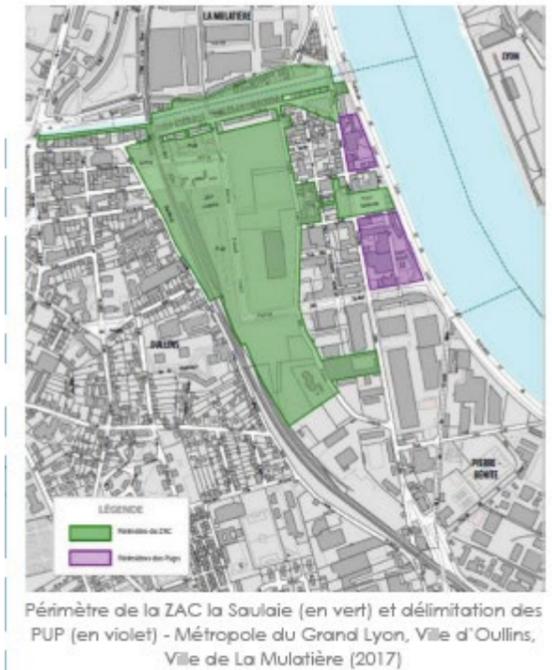
Le périmètre de la ZAC est délimité :

- Au Nord, par la rue Gabriel Péri, située sur la commune de la Mulatière ;
- À l'Ouest, par la rue Louis Aulagne, sur la commune d'Oullins ;
- À l'Est, par la rue Dubois Crancé tout en intégrant quelques îlots situés le long de cet axe, sur la commune d'Oullins. Le square Jean Jaurès et la place Kellermann sont également intégrés dans le périmètre de la ZAC ;
- Au Sud, par la rue Dubois Crancé et la parcelle de la résidence Parme.

Actuellement, la ZAC la Saulaie se caractérise par plusieurs types d'occupation :

- Une inscription à proximité d'un quartier existant d'habitat ancien dense, représentant environ 800 logements pour 1 500 habitants, intégré aux politiques urbaines et sociales en tant que quartier prioritaire de la Ville ;
- Un tissu d'activités, historiquement de type industriel, qui est en voie de mutation vers une programmation tertiaire ;
- Une large friche, constituant un espace ouvert "en attente", occupée historiquement par des activités industrielles et ferroviaires.

La présence du boulevard métropolitain M7 en limite Est de la ZAC, et du pôle multimodal de la Gare d'Oullins (métro B, gare SNCF, P+R, arrêts de bus) au Nord-Ouest de la ZAC, permet de relier le quartier à l'agglomération lyonnaise. Cette desserte tend de surcroît à s'améliorer avec le prolongement de la ligne de métro B vers le Sud, la création d'une passerelle modes doux au-dessus du Rhône, le développement des Voies Lyonnaises (lignes 3, 5 et 9) et la pacification du M7 en un boulevard urbain.



II.2. Cadre réglementaire sur le site du projet

L'intérêt particulier pour le devenir du secteur et de la ZAC la Saulaie est identifié dans les documents de planification et de programmation métropolitains et régionaux. La ZAC la Saulaie est concernée par une pluralité de documents cadres avec lesquels elle devra être compatible.

II.2.1. Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)

Le SRADDET - Ambition Territoires 2030, de la Région Auvergne-Rhône-Alpes s'articule autour de 4 objectifs généraux :

- Construire une région qui n'oublie personne ;
- Développer la région par l'attractivité et les spécificités de ses territoires ;
- Inscrire le développement régional dans les dynamiques interrégionales, transfrontalières et européennes ;
- Innover pour réussir les transitions (transformations) et mutations.

La ZAC la Saulaie, qui entend engager une rénovation urbaine ambitieuse, favorable au bien-être de ses habitants et usagers, fait écho aux 4 objectifs généraux et 10 objectifs stratégiques du SRADDET.

II.2.2. Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) de l'agglomération Lyonnaise

Le SCoT de l'agglomération lyonnaise 2030 a été approuvé par le conseil syndical du 16 décembre 2010 et modifié le 19 mai 2017. Il agit au cœur de l'aménagement du territoire des 74 communes qui le composent et dessinent l'agglomération de 2030, dans laquelle s'équilibrent croissance démographique, habitat, transports, économie, développement commercial, environnement, infrastructures, ressources en eau...

Le SCoT de l'agglomération lyonnaise a identifié le secteur élargi du "Val d'Yzeron", dans lequel s'inscrit la ZAC la Saulaie, comme l'un des 3 axes préférentiels de développement du territoire Ouest de l'agglomération lyonnaise, notamment pour favoriser le développement résidentiel et économique en lien avec le développement de l'offre de transport.

La ZAC la Saulaie et le potentiel foncier qu'elle représente, offrent l'opportunité de développement d'une nouvelle polarité urbaine mixte, constituant ainsi une "agrafe urbaine" entre la Confluence et Gerland.

II.2.3. Le Plan Local d'Urbanisme et de l'Habitat (PLU-H)

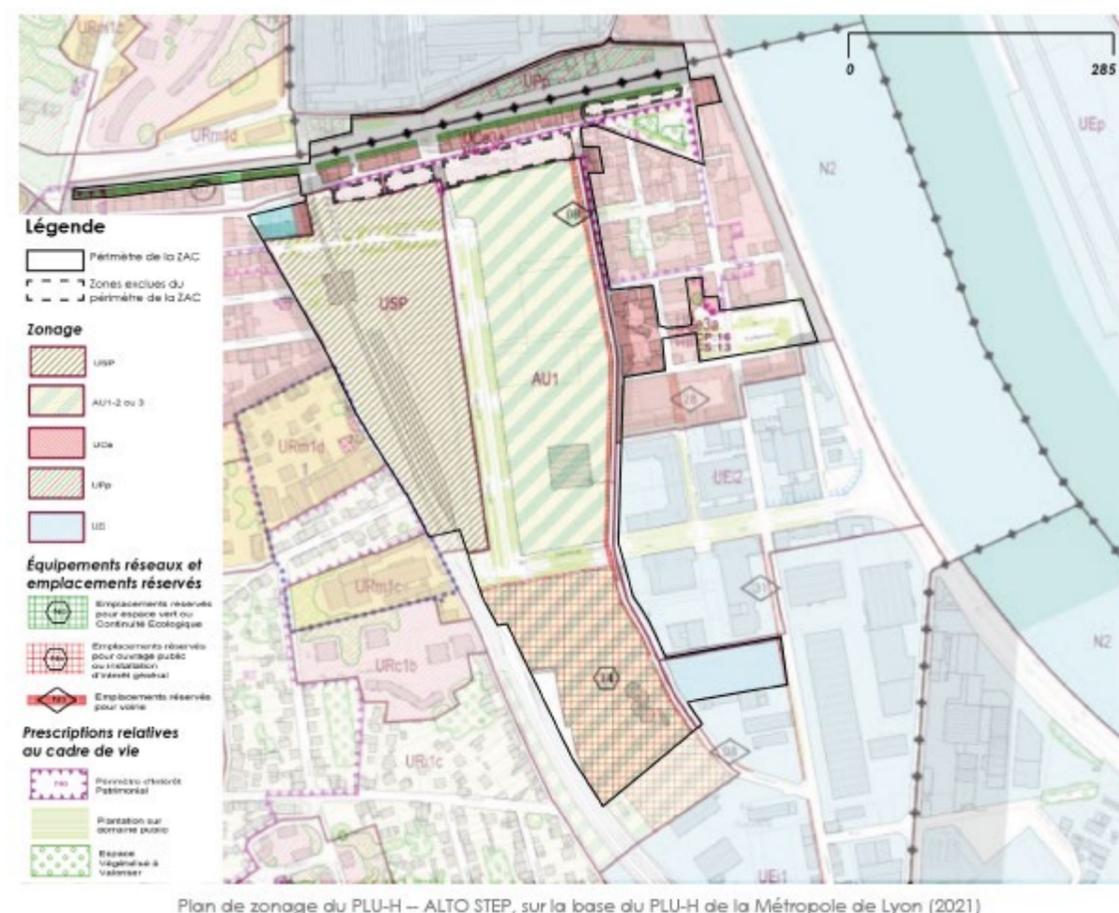
Le PLU-H du Grand Lyon a été approuvé par le conseil de la Métropole de Lyon lors de la séance du 13 mai 2019. Il a fait l'objet de 2 modifications, 3 modifications simplifiées et 3 mises à jour. Un troisième projet de modification du PLU-H est en cours, pour intégrer les grands objectifs portés par l'exécutif métropolitain visant une transition solidaire et écologique du territoire, en proposant des quartiers agréables à vivre, avec une plus grande mixité sur toute la Métropole. Le PLU-H sert de document de référence pour la délivrance des autorisations liées au droit des sols comme les permis de construire.

La ZAC la Saulaie est concernée par plusieurs zones définies au sein du PLU-H :

- USP, zone d'équipements d'intérêt collectif et services publics ;
- AU1, zone à urbaniser mixte ;
- UCe3a, zone de centralités multifonctionnelles de type Faubourg ;
- UPp, zone de valorisation du paysage, du patrimoine et de prévention des risques ;
- UEi2, zone spécialisée d'activités économiques.

La réalisation du projet urbain nécessite une adaptation de certaines règles et donc une mise en compatibilité du Plan Local d'Urbanisme. En parallèle, une déclaration d'utilité publique est lancée pour acquérir encore quelques terrains dont la Métropole n'a pas encore la propriété dans le périmètre de la ZAC. L'article L. 153-54 du Code de l'urbanisme prévoit la réalisation d'une procédure de DUP emportant la mise en compatibilité du document d'urbanisme (MECDU). Une demande d'examen au cas par cas a été déposée au service de l'état le 28 avril 2022 par la préfecture du Rhône. Dans son avis rendu en date du 22 juin 2022, la MRAe AURA indique que « le projet de mise en compatibilité du (PLU-H) de la métropole de Lyon, dans le cadre de la déclaration d'utilité publique concernant le projet de ZAC « la Saulaie », n'est pas soumis à évaluation environnementale.

Figure 3 : Extrait du PLU – H du Grand Lyon



Par ailleurs, le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) de la Métropole du Grand Lyon est le projet politique qui constitue la base du PLU.

4 grands défis sont définis dans le PADD de la Métropole du Grand Lyon et concernent la ZAC la Saulaie :

- le défi métropolitain : développer l'attractivité de l'agglomération pour construire une métropole responsable ;
- le défi économique : soutenir le dynamisme économique de l'agglomération pour assurer la création de richesse et d'emplois ;
- le défi de la solidarité : développer une agglomération accueillante, solidaire et équilibrée pour répondre aux besoins en logements de tous ses habitants ;
- le défi environnemental : répondre aux enjeux environnementaux et améliorer le cadre de vie pour la santé et le bien-être des habitants.

Plus spécifiquement, le PADD identifie des orientations et des objectifs précis associés au secteur de la Saulaie, tels que :

- dépasser les ruptures physiques liées à de grandes infrastructures, ou un obstacle naturel, de créer des continuités urbaines et d'inscrire les fonctions plus diversifiées. La ZAC la Saulaie, et plus largement le secteur La Saulaie - Confluent, sont considérés comme des territoires porteurs d'enjeux forts en matière de lien territorial et social entre la ville centre et les territoires de la première couronne ;
- engager le renouvellement, sous une forme plus urbaine, des sites économiques en mutation situés en limite de la ville centre et de la première couronne ;
- développer des pôles tertiaires et mixtes, répondant aux besoins de l'agglomération.

II.2.4. Le Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET)

Le PCAET est une démarche de planification, à la fois stratégique et opérationnelle s'appliquant à tous les secteurs d'activité. Le PCAET de la Métropole de Lyon a été adopté en 2019. Il contient un plan d'actions opérationnelles à horizon 2030 composé de 5 axes thématiques détaillés en 23 actions. Le projet de la réalisation de la ZAC la Saulaie est notamment concerné par l'axe « III. Un aménagement durable et solidaire » dont la mesure 8 porte sur la planification et la construction d'une métropole sobre en carbone. Cette action prévoit la mise à jour du référentiel « Habitat Durable ».

II.2.5. Le référentiel Habitat Durable de la métropole du Grand Lyon

Découlant de ses objectifs internationaux (Accord de Paris) et européens (Pacte Vert), la France a mis en place une stratégie nationale bas carbone (SNBC) depuis 2015. Révisée en 2018-2019, elle fixe notamment l'objectif d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) de 49% en 2030 liées à l'exploitation des bâtiments.

Parallèlement, la réglementation environnementale de 2020 (RE2020), entrée en application au 1er janvier 2022, développe une double approche carbone (calcul de l'impact carbone de la construction des systèmes) et énergétique (estimation des consommations) du bâtiment.

Ainsi le Grand Lyon entend adapter ces stratégies et réglementations à l'échelle de son territoire à travers le référentiel « Habitat Durable » pour le secteur du bâtiment. Le référentiel « Habitat Durable du Grand Lyon » fait partie des outils applicatifs du PCAET, du schéma directeur des énergies (SDE) et du Plan métropolitain Santé environnement (PMSE). Le référentiel Habitat Durable 2022 se substitue au référentiel Habitat Durable de 2016. Il s'applique à toutes les opérations de logements de la Métropole de Lyon dans le cadre des :

- cessions de terrain / ventes de foncier métropolitain ;
- ZAC d'initiatives métropolitaines ;
- Projets Urbains Partenariaux (PUP) ;
- logements sociaux développés sur son territoire.

Il s'applique donc sur la ZAC la Saulaie, site de projet métropolitain. Il s'appuie sur trois principes :

- principe 1 : Recherche d'une plus grande qualité dans tous les domaines couverts par les cibles du référentiel Habitat Durable ;
- principe 2 : Approche transversale et multicritère ;
- principe 3 : Gestion de projet assurant la maîtrise de la Qualité Environnementale des Bâtiments de la programmation jusqu'à l'exploitation.

II.2.6. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)

Le SDAGE pour les années 2022-2027, adopté le 18 mars 2022 succède à celui pour les années 2016-2021. Il a pour objectif d'orienter et de planifier la gestion de l'eau à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée.

Pour préserver ou améliorer la qualité des eaux et des milieux aquatiques et atteindre les objectifs fixés, le SDAGE Rhône-Méditerranée identifie 8 orientations fondamentales déclinées en prescriptions et traduites en actions concrètes dans le Programme des mesures des masses d'eaux (PDM) du bassin Rhône-Méditerranée :

- s'adapter aux effets du changement climatique ;
- privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité ;
- concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques ;
- prendre en compte les enjeux sociaux et économiques des politiques de l'eau ;
- renforcer la gouvernance locale de l'eau pour assurer une gestion intégrée des enjeux ;
- lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par des substances dangereuses et la protection de la santé ;
- préserver et restaurer le fonctionnement des milieux aquatiques et des zones humides ;
- atteindre et préserver l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ;
- augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.

II.2.7. Le Plan de Prévention du Risque Naturel Inondation (PPRNI)

Situé dans le lit majeur du Rhône, les 40 hectares du secteur "le Confluent - la Saulaie", et a fortiori la ZAC la Saulaie sont entièrement couverts par une réglementation spécifique en matière de risque inondation.

Cette réglementation prévoit des règles d'urbanisme différenciées selon l'importance de l'exposition aux aléas.

Ainsi elle distingue pour le quartier, quatre zones (R1, B1, B1i, et B2) définies dans le cadre du Plan de Protection aux Risques Naturels d'inondation du secteur Rhône aval qui intègre également les risques d'inondation liés à l'Yzeron (PPRNI).

II.2.8. Le Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT)

L'usine Arkema située sur la commune de Pierre-Bénite au Sud du quartier de la Saulaie (en dehors du périmètre opérationnel de la ZAC) génère des risques technologiques dus aux activités industrielles de l'entreprise.

Ces risques ont été identifiés et évalués par l'État dans le cadre du Plan de Protection des Risques Technologiques de la Vallée de la Chimie (PPRT) et génèrent des périmètres de protection sous la forme de servitudes reportées au PLU-H.

Le PPRT de la Vallée de la Chimie a été actualisé et approuvé par arrêté préfectoral du 19 octobre 2016. Celui-ci a été automatiquement reporté au PLU-H et s'impose à tout autre réglementation à partir de cette date. Ce document opposable a réduit les périmètres de risques concernant le quartier de la Saulaie. Seule une zone située au Sud de l'avenue des Saules, est concernée par le présent PPRT. Ce périmètre a notamment pour effet d'interdire toute construction d'immeuble d'habitation, d'hébergement ou d'établissement devant accueillir un public sensible.

Les orientations prises en matière de programmation urbaine dans le cadre de la ZAC dans cette zone font écho aux principes inscrits dans la réglementation puisqu'il s'agit de favoriser le développement de bâtiments techniques (Centre Technique Municipal), d'activité et de bureau.

II.3. Historique du site

L'avènement de l'activité industrielle doit son existence au passage du chemin de fer, arrivé en 1826 sur le secteur, et à la proximité du quartier avec le Rhône.

Le faubourg sauléen a été loti au XIXème siècle à partir de l'actuelle avenue Jean Jaurès, urbanisant et asséchant d'anciens "brotteaux". Ces îlots marécageux étaient régulièrement inondés par le Rhône. La présence du Rhône constituait donc à la fois une ressource pour le quartier et un facteur de risque. Les inondations régulières ont cessé avec la construction de l'autoroute A7 (actuel boulevard métropolitain M7) qui détache la Saulaie de son fleuve, par la création d'une digue support de l'infrastructure de transport.

L'ouverture en 1846 des ateliers machine de la Mulatière par la Compagnie des hauts fourneaux, des ateliers d'Oullins et du Technicentre jusqu'en 2019, ont participé à l'animation du quartier pendant plus d'un siècle.

La fin des années 2000 a marqué l'arrêt des activités liées au rail sur le secteur. La Métropole du Grand Lyon a fait l'acquisition des terrains en 2008 et a déconstruit l'ensemble des ateliers en 2009 à l'exception d'un seul, laissant place à une friche industrielle, constituant aujourd'hui un large espace ouvert.

Les photographies aériennes suivantes retracent l'histoire du quartier de la Saulaie depuis 1920.

Figure 4 : Photographies aériennes du site



Vue aérienne du site en 1920, - IGN



Vue aérienne du site en 1954 - IGN



Vue aérienne du site en 1966 - IGN



Vue aérienne du site en 1979 - IGN



Vue aérienne du site en 1982 - IGN



Vue aérienne du site en 1990 - IGN



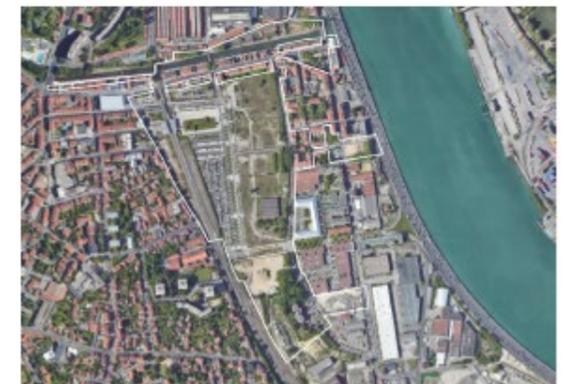
Vue aérienne du site en 1996 - IGN



Vue aérienne du site en 2007 - Maxar Technologies



Vue aérienne du site en 2012 - Maxar Technologies



Vue aérienne du site en 2018 - CNES/Airbus

II.4. Enjeux du renouvellement urbain de la Saulaie

Les enjeux de l'opération sont reliés aux grandes orientations définies pour le site au sein des documents de planification territoriale mais s'inscrivent également dans des enjeux plus localisés, à l'échelle de la commune d'Oullins et des communes voisines, notamment :

- Assurer une double articulation du territoire à l'échelle de l'agglomération, le long de la rive droite du fleuve, mais également selon la diagonale Ouest-Est pour assurer l'articulation fonctionnelle de l'agrafe urbaine et paysagère ;
- Conforter et qualifier l'entrée majeure de l'agglomération pour renforcer le poids du cœur de la métropole ;
- Poursuivre l'intégration du quartier au territoire de l'agglomération, en tirant parti de la très bonne desserte du site par les transports en commun et par la route pour faire de la Saulaie, la véritable porte sud de Lyon (connexion au projet métropolitain (déclassification de l'A7 et M7), implantation d'équipements d'envergure métropolitaine et régionale) ;
- Rechercher un équilibre entre les territoires Est-Ouest, à travers la rénovation du quartier historique et son accroche avec le reste de la commune d'Oullins, mais également de la Mulatière et Pierre-Bénite ;
- Inscrire le site dans la trame verte et bleue de l'agglomération, notamment avec le jalonnement des berges du Rhône, mais également en reliant le parc de Gerland au Parc Chabrières en créant des liaisons modes-doux ;
- Tisser les liens avec le centre-ville d'Oullins : franchissement de la voie ferrée, passerelles piétonnes en lien avec la mutation du Technicentre SNCF de la Mulatière...;
- Apporter une cohérence globale à l'aménagement du quartier, au sein et en dehors de la ZAC, en donnant une place prépondérante à l'eau et au végétal.

La complexité du projet induit également deux enjeux opérationnels majeurs :

- l'appropriation du projet urbain par les habitants, les entreprises et les acteurs associatifs. Le projet entend répondre à un double objectif : satisfaire les attentes des usagers actuels du site et créer de nouveaux usages sur le quartier. Les démarches de concertation engagées entendent prendre en compte les avis et besoins des habitants et rendre le projet appropriable ;
- l'animation du secteur tout au long de sa construction, par des méthodes itératives et des actions d'urbanisme transitoire à petite échelle (ateliers, immersions, ...).

II.5. Principes directeurs et grands objectifs de l'opération

L'ambition de la Métropole de Lyon, de la Ville d'Oullins et du Groupe SERL est de porter un projet inclusif, à destination de tous, privilégiant le confort urbain, s'inscrivant dans une démarche durable et innovante et mettant les usagers au centre de son développement.

Cette ambition est organisée autour de deux axes forts :

- Réintégrer le quartier de la Saulaie au territoire métropolitain et communal ;
- Améliorer le cadre de vie pour les habitants et usagers.

Par ailleurs, le projet d'aménagement a pour objectifs de :

- Révéler le potentiel urbain et social du quartier afin qu'il redevienne un lieu agréable à vivre et à travailler, relié aux dynamiques de la ville et de l'agglomération ;
- Engager une démarche environnementale et favorable à la santé, en concertation continue avec les riverains et les parties prenantes du projet ;
- Renouveler et requalifier les espaces publics ;
- Préserver un caractère apaisé en limitant la circulation automobile, favorisant les modes de déplacements actifs et les cheminements doux ;
- Accueillir une diversité d'usages (logements, commerces, activités économiques et tertiaires, équipements culturels, sportifs et de loisirs, nouveau groupe scolaire, un gymnase et une crèche) et les répartir en cohérence avec la trame viaire ;
- Offrir des logements pour tous les publics (locatif social, locatif intermédiaire, accession sociale dont OFS, accession libre) en prenant en compte les parcours résidentiels et l'ensemble des catégories sociodémographiques.

II.6. Calendrier et phasage

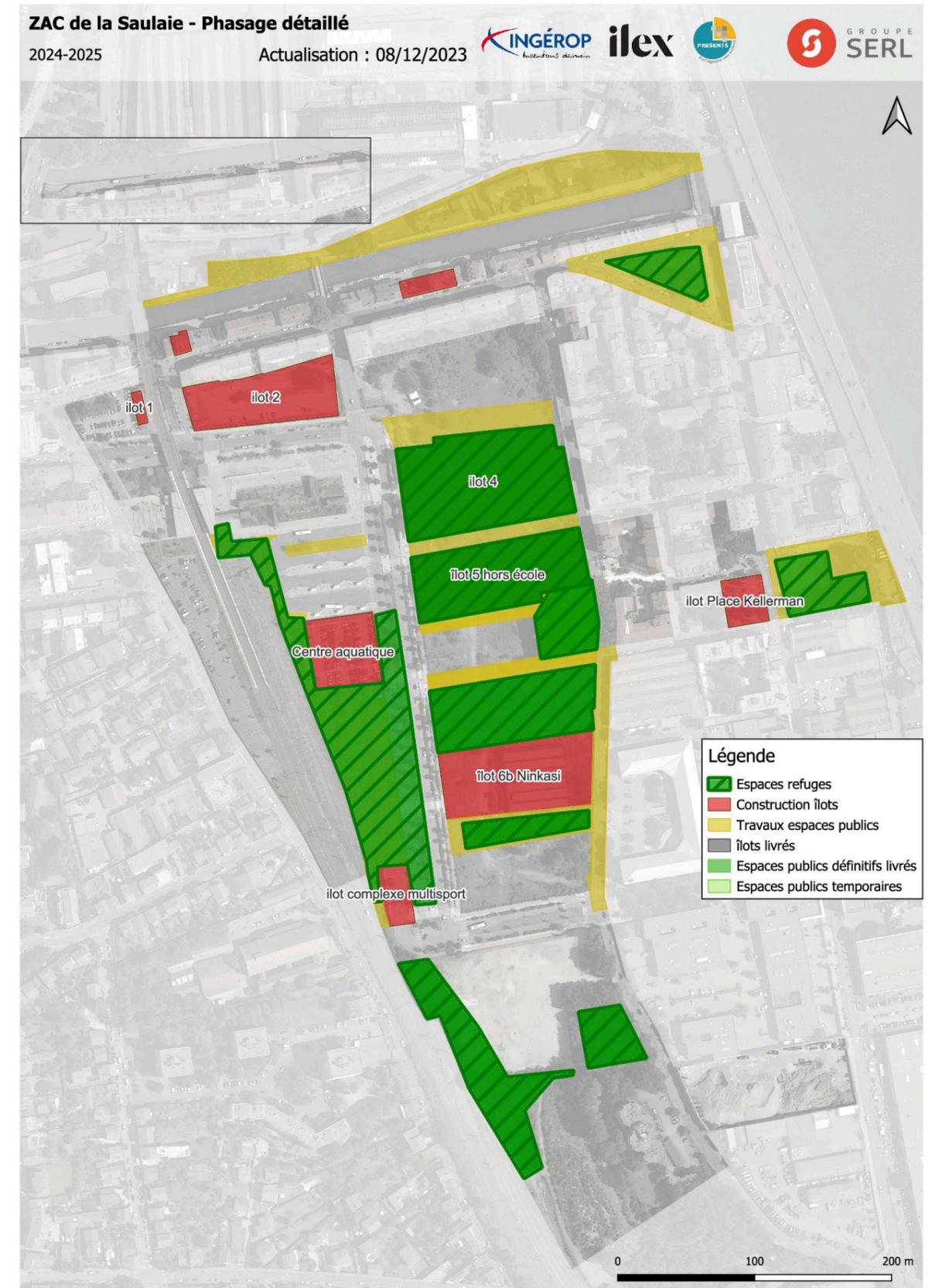
La durée prévisionnelle de l'opération d'aménagement est fixée à 13 ans, durée du contrat de concession entre la métropole de Lyon et la SERL. Les premières étapes de projet vont consister en la réalisation d'études :

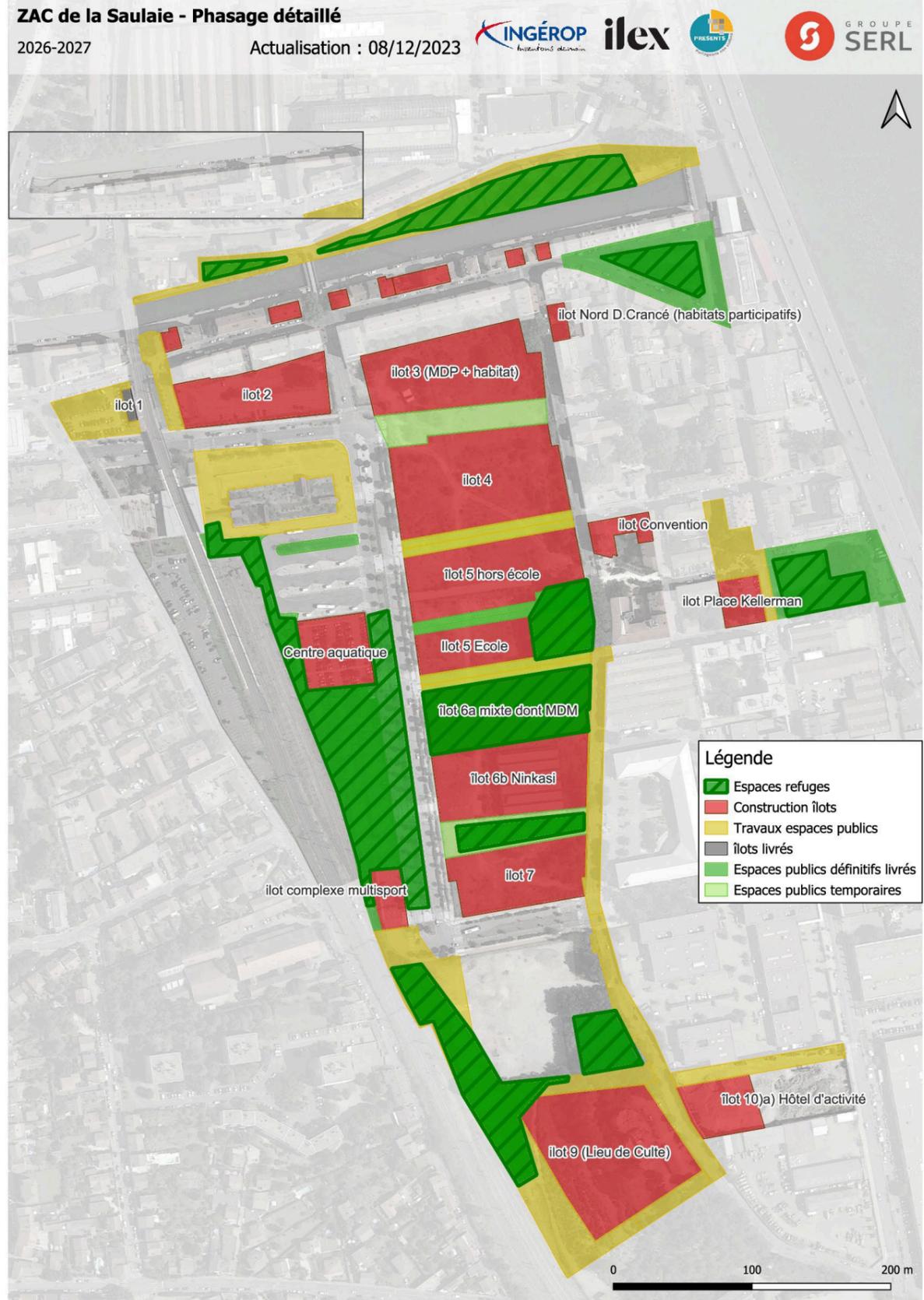
- Octobre 2020 : Lancement des consultations relatives aux études de conception, à la concertation et à la promotion du projet ;
- Deuxième trimestre 2021 : Enclenchement du processus de réalisation de la Maison du projet de la ZAC ;
- Deuxième trimestre 2021 - Premier trimestre 2022 : Première phase des études urbaines ;
- Deuxième trimestre 2022 - Premier trimestre 2023 : Deuxième phase des études urbaines ;
- 2023 : Démarrage des différentes opérations d'aménagement (occupation temporaire, démolition, dépollution, travaux VRD et bâtiment).

Le phasage de l'opération est envisagé en 3 temps, pour tenir compte des disponibilités foncières, voir cartographie ci-après

Pour les deux îlots en PUP, le calendrier prévisionnel n'est pas connu. Il est lié aux processus de négociation et d'acquisition de tout ou partie des îlots par des opérateurs immobiliers.

Figure 5 : Phasage de la ZAC







III. PRESENTATION GENERALE DU PROJET

III.1. Objectif et justification de l'intérêt général de l'opération

La réalisation du projet urbain de la Saulaie, portée par la SERL pour le compte de la Métropole de Lyon, prend en compte les évolutions attendues sur l'ensemble de la partie Est de l'agglomération Lyonnaise. En effet, deux projets d'envergure métropolitaine actuellement à l'étude ou en cours, contribueront à la transformation de ce territoire :

- Le projet de prolongement de la ligne B du métro jusqu'aux Hôpitaux Lyon Sud, en passant par le centre d'Oullins. Si les aménagements prévus pour cette opération sont situés en dehors de la ZAC, le prolongement de la ligne B du métro participera à l'amélioration de la desserte du quartier de la Saulaie avec les communes du Sud de l'agglomération lyonnaise. Ainsi, la connexion du quartier sera facilitée entre les pôles de développement économique du centre d'Oullins et le Vallon des Hôpitaux.

- Le projet de mutation du boulevard métropolitain M7, lequel prévoit une reconfiguration des voies actuelles en boulevard urbain multimodal.

La réalisation du projet urbain de la Saulaie s'effectue en dehors des périmètres de ces différentes opérations. Ainsi, la réalisation et l'exploitation des différents projets sont totalement indépendants. Néanmoins, la réalisation du projet urbain de la Saulaie constitue une opportunité de tirer parti de ces projets pour assurer une optimisation du fonctionnement du futur quartier reconfiguré, dans une logique de plus grande intégration du lien urbanisme/transport et d'attractivité générale du territoire dans lequel il s'inscrit.

En somme, le site d'étude et la ZAC de la Saulaie s'inscrivent dans une dynamique métropolitaine de requalification de l'Ouest de l'agglomération lyonnaise.

III.2. Présentation du projet

III.2.1. Plan de composition général

Le plan de composition validé en janvier 2023 prévoit une programmation de 128 355 m² de surface de plancher (SDP) au sein de la ZAC (- 6 645 m² par rapport à l'objectif programmatique). Le tableau ci-dessous reprend l'évolution de la programmation sur la ZAC.

Activités	Valeurs
Logements	52 150 m ²
Tertiaire	39 275 m ²
Locaux d'activités	8 230 m ²
Commerces et services	6 590 m ²
Équipements publics (groupes scolaires, gymnase, crèche, maison de projet)	5 280 m ²
Équipements privés (Ninkasi, CTM, lieu de culte, hôtel et centre aquatique)	16 740 m ²
Surface de plancher totale	128 355 m ²

Le plan de composition final approfondit les éléments présentés ci-avant et tient compte des arbitrages réalisés lors des COPIL de mai et juillet 2022.

Les grands tènements industriels sont subdivisés de manière à prolonger la trame viaire du faubourg existant et augmenter la perméabilité du quartier. La hiérarchie du système viaire permet de distinguer les voies qui présentent une fonction de desserte inter quartiers (avenue des Saules, avenue Edmond Locard, rue Jean Jaurès) des rues et ruelles apaisées qui assurent une desserte uniquement locale ou hyperlocale et ne supportent pas de trafic de transit. Dans l'ensemble des cas, la trame viaire est le support du paysage planté, garantissant son rôle de corridor (continuité des trames vertes, brunes et bleues) mais également la continuité de la « canopée », couverture plantée qui permet le rafraîchissement des espaces publics.

La ZAC de la Saulaie est composée de 10 îlots « faubouriens » qui permettent la cohabitation au sein du même îlot de plusieurs programmes, parmi l'activité (en jaune), les commerces (linéaire rouge), le tertiaire (en orange) et les logements collectifs ou individuels (en bleu) et parfois les équipements. Cette organisation permet de limiter les zonings monofonctionnels trop prononcés, tout en permettant des ajustements et des dominantes plus fortes en fonction des sous-parties du projet et de leurs problématiques propres.

Au Nord de la ZAC, en lien avec les morphologies faubouriennes existantes, des maisons de ville sont proposées.

Cette programmation permet de diversifier l'offre de produits immobiliers. Les maisons de ville proposées bénéficient de jardins privés.

Les hauteurs des logements collectifs ont été travaillées de façon à répondre aux objectifs programmatiques de la ZAC, tout en veillant à limiter la densité et ses implications. À ce titre, l'implantation des bâtiments a été réfléchi de façon à limiter la génération d'ombres portées trop importantes sur les bâtiments adjacents surtout lorsqu'il s'agit de logement. Le plan de composition proposé offre des reculs, des espaces végétalisés qui permettent une certaine mise à distance des bâtiments et des variations de hauteurs au sein des îlots et le long des voiries pour limiter les impressions de densité et les ombres portées. À l'échelle de chaque îlot, les épannelages ont été réfléchis pour limiter les ombres portées et ainsi permettre l'accès à la lumière naturelle.

Comme mentionné précédemment, les hauteurs des bâtiments sont relativement contenues. Seuls 2 bâtiments atteignent le R+10, tandis que la majorité des bâtiments oscille entre le R+4 et le R+7.

Les équipements publics et privés de la ZAC sont répartis spatialement sur l'ensemble du périmètre de projet. Cette diffusion des équipements permet de tendre vers une égalité d'accès aux services pour l'ensemble des habitants, de créer une animation du quartier au Nord et au Sud et de favoriser l'utilisation des espaces publics. Les équipements publics et privés disposent d'un rapport spécifique aux espaces publics et espaces verts : gymnase et centre aquatique en lien avec le parc sportif, groupe scolaire et crèche en lien avec un square au cœur du quartier, hébergement touristique face à la place du métro et à proximité des berges de l'Yzeron, lieu de culte, tiers lieu porté par Ninkasi et ses partenaires, etc.

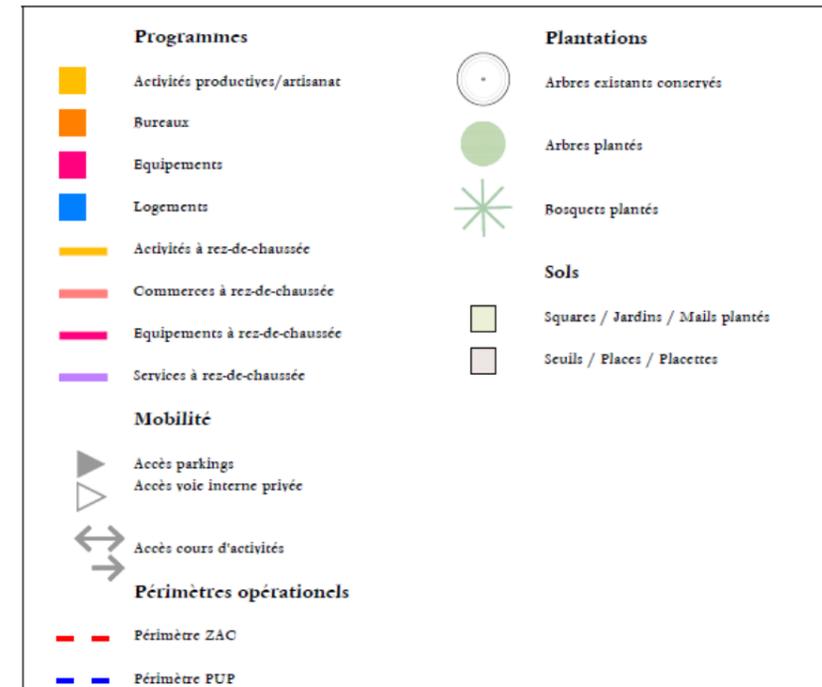
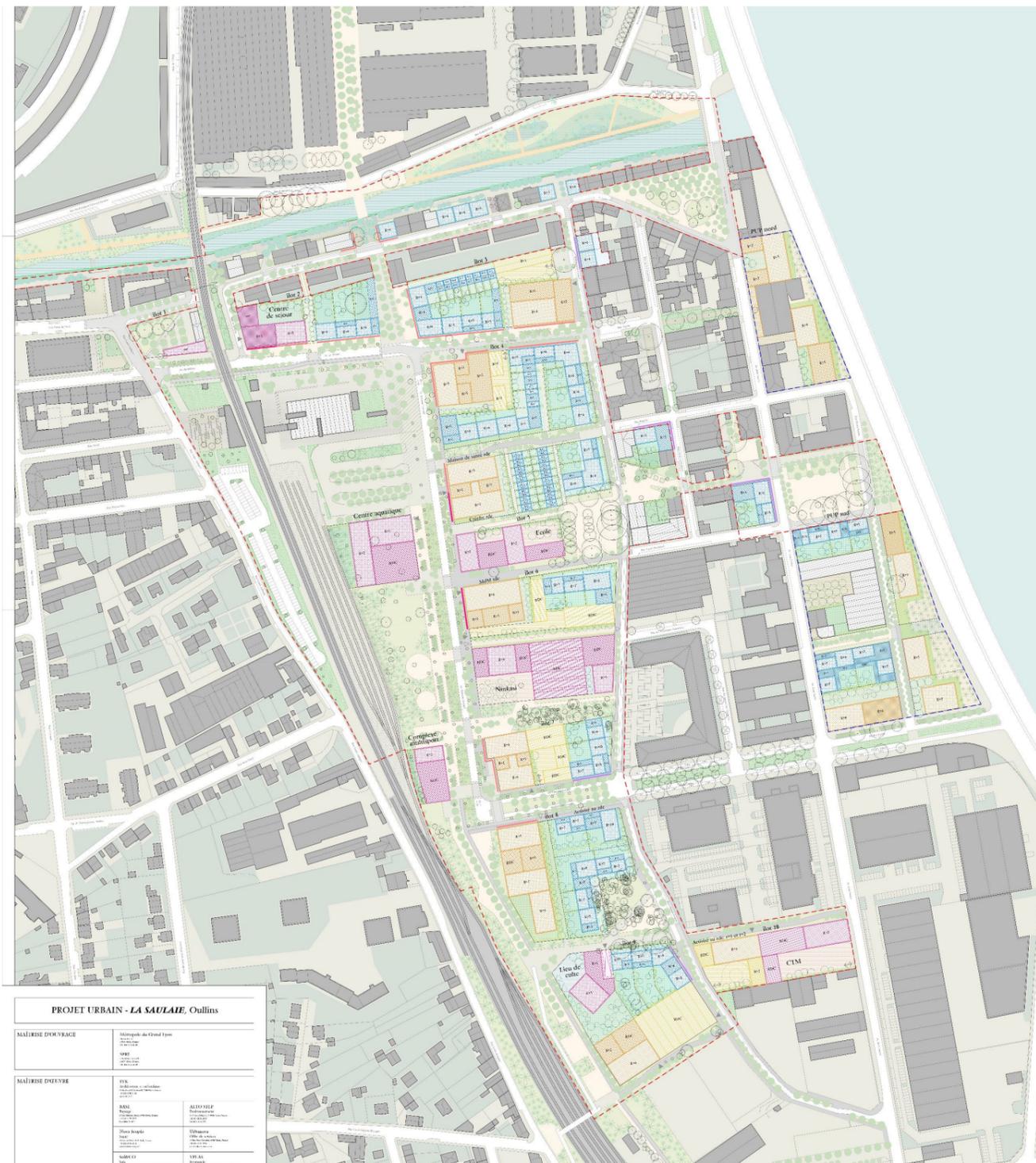
Des continuités commerciales sont créées dans le prolongement des polarités commerciales existantes.

Un linéaire commercial est prévu en façade sur le parc sportif, sur l'avenue Edmond Locard, axe qui fait office d'entrée de ville, mais donne également accès aux berges de l'Yzeron au nord.

Le second linéaire commercial, perpendiculaire au premier, se situe sur l'avenue du Rhône prolongée et fait le lien entre les rues commerçantes du centre-ville d'Oullins et le segment commerçant de l'avenue Jean Jaurès. Ce linéaire commercial longe également le pôle de mobilité.

Au Sud de l'Yzeron, la frange bâtie est retravaillée, cf Plan de composition urbaine.

Figure 6 : Présentation du projet



PROJET URBAIN - LA SAULAIE, Oullins																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
MAÎTRISE D'OUVRAGE	Mairie de Oullins																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
MAÎTRISE D'ŒUVRE	<table border="1"> <tr> <td>PIE</td> <td>PIE</td> </tr> <tr> <td>BAN</td> <td>BAN</td> </tr> <tr> <td>ES</td> <td>ES</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>SP</td> </tr> <tr> <td>SR</td> <td>SR</td> </tr> <tr> <td>SS</td> <td>SS</td> </tr> <tr> <td>ST</td> <td>ST</td> </tr> <tr> <td>SV</td> <td>SV</td> </tr> <tr> <td>SW</td> <td>SW</td> </tr> <tr> <td>SY</td> <td>SY</td> </tr> <tr> <td>SA</td> <td>SA</td> </tr> <tr> <td>SB</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>SD</td> <td>SD</td> </tr> <tr> <td>SE</td> <td>SE</td> </tr> <tr> <td>SF</td> <td>SF</td> </tr> <tr> <td>SG</td> <td>SG</td> </tr> <tr> <td>SH</td> <td>SH</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>SJ</td> </tr> <tr> <td>SK</td> <td>SK</td> </tr> <tr> <td>SL</td> <td>SL</td> </tr> <tr> <td>SM</td> <td>SM</td> </tr> <tr> <td>SN</td> <td>SN</td> </tr> <tr> <td>SO</td> <td>SO</td></tr></table>	PIE	PIE	BAN	BAN	ES	ES	SA	SA	SE	SE	SI	SI	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO	SP	SP	SR	SR	SS	SS	ST	ST	SV	SV	SW	SW	SY	SY	SA	SA	SB	SB	SC	SC	SD	SD	SE	SE	SF	SF	SG	SG	SH	SH	SI	SI	SJ	SJ	SK	SK	SL	SL	SM	SM	SN	SN	SO	SO
PIE	PIE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
BAN	BAN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ES	ES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SP	SP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SR	SR																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SS	SS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
ST	ST																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SV	SV																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SW	SW																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SY	SY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SA	SA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SB	SB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SC	SC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SD	SD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SE	SE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SF	SF																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SG	SG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SH	SH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SI	SI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SJ	SJ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SK	SK																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SL	SL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SM	SM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SN	SN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
SO	SO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Le découpage des îlots

La ZAC est composée de 10 îlots pris sur les friches SNCF, auxquels s'ajoutent l'îlot Parc Sportif, des îlots épars dans le tissu constitué. Les deux îlots PUP sont situés en dehors du périmètre de la ZAC.

Figure 7 : Plan de découpage des îlots

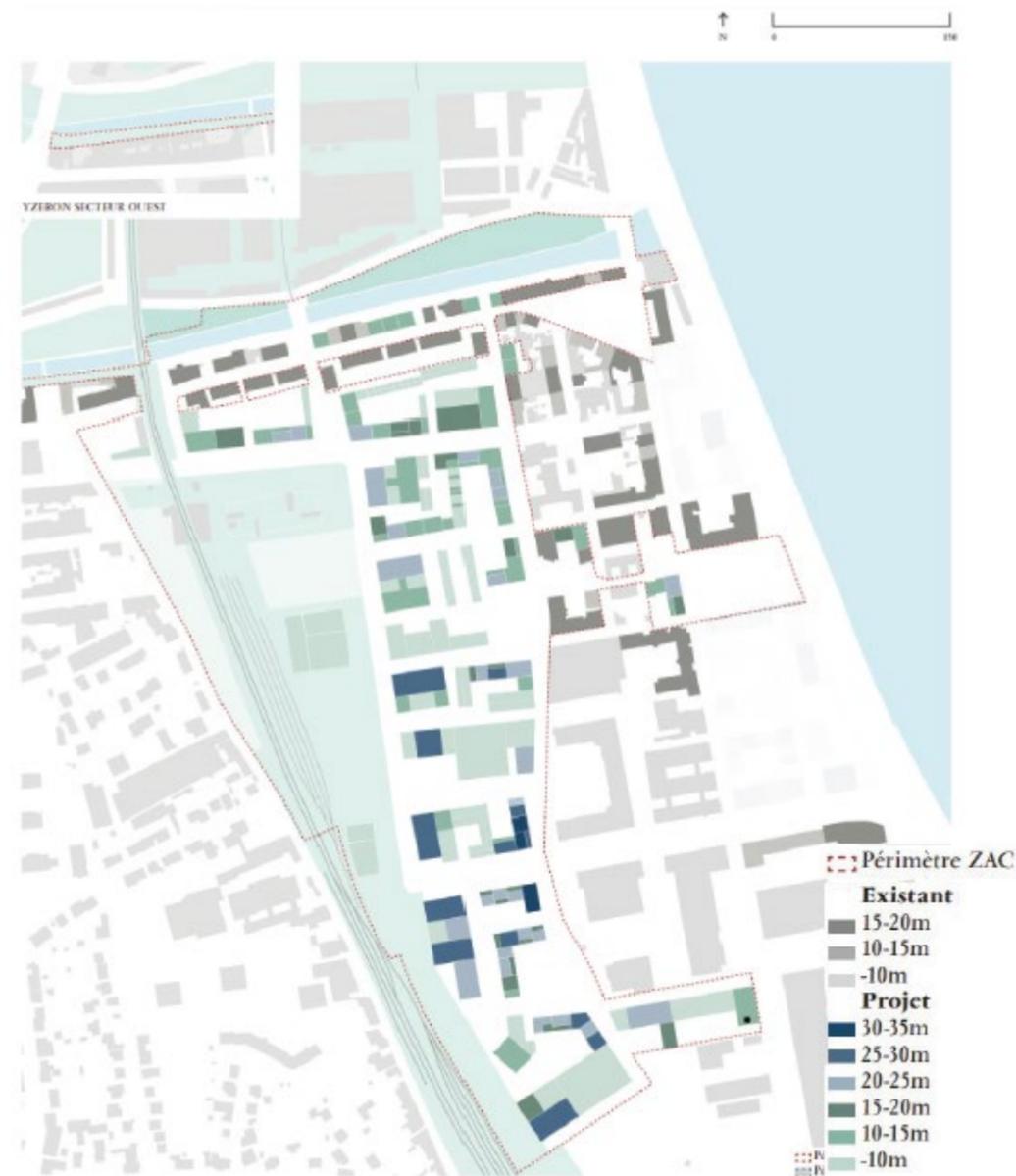


Plan de découpage des îlots - Source : groupement TVK (2023)

Les hauteurs des bâtiments

Les hauteurs des bâtiments ont été travaillées de façon à favoriser la greffe avec le tissu urbain existant. Tel que présenté précédemment, les bâtis les plus hauts ont été positionnés au Sud de la ZAC ou en surplomb du Rhône (hors ZAC) de façon à créer une façade métropolitaine. À proximité directe du tissu de faubourg existant, des hauteurs entre 10 et 20 m ont été préservées.

Figure 8 : Hauteur des bâtiments

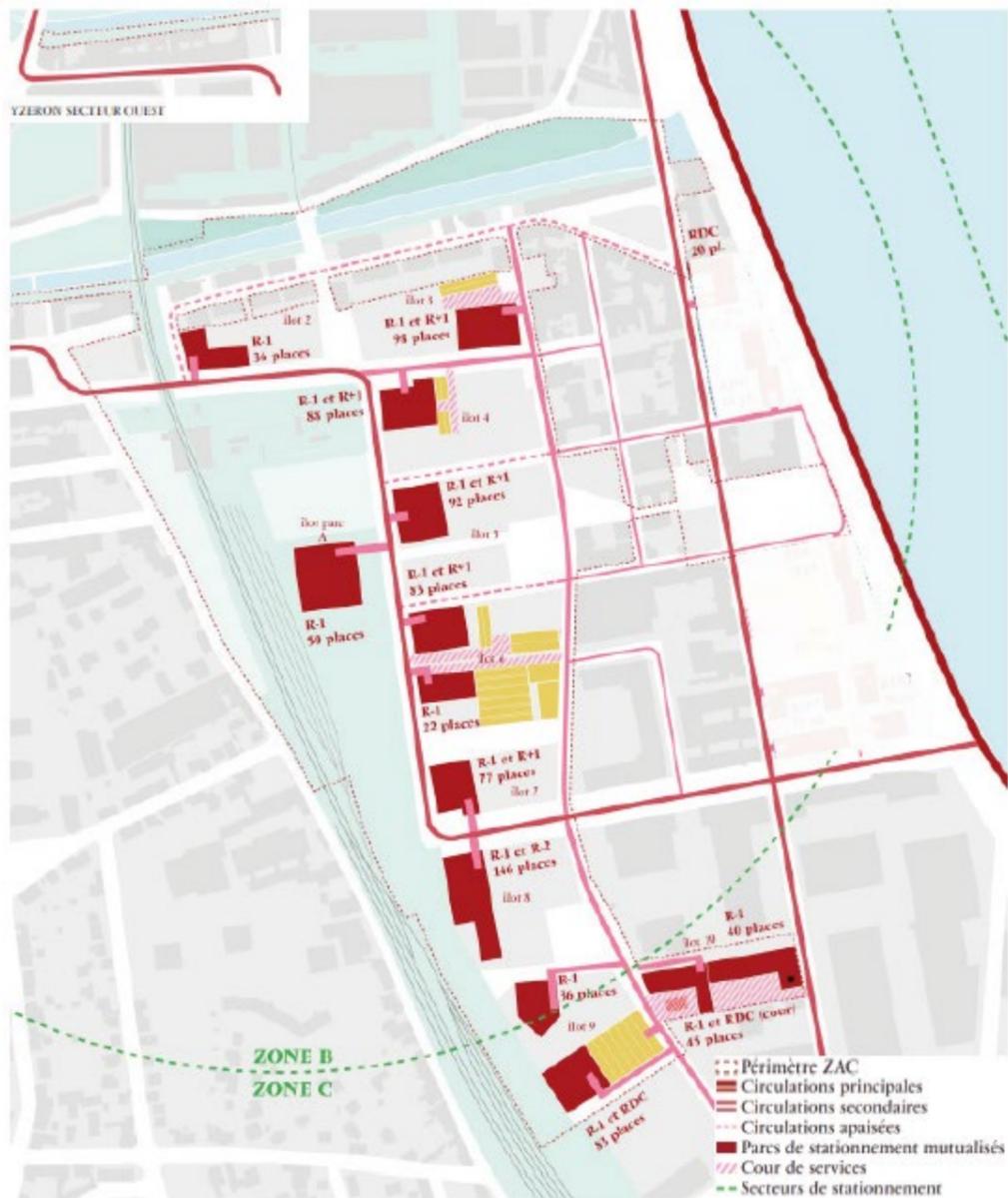


Plan des hauteurs de bâtis - Source : groupement TVK (2023)
 *Le visuel présenté ci-dessus ne prend pas en compte l'évolution de morphologie des îlots 7 et 10.

Les principes de desserte

Les parkings sont mutualisés à l'échelle de l'îlot. Les accès aux parkings se font depuis les voies principales (rue Dubois-Crancé, avenue du Rhône, avenue Edmond Locard et avenue des Saules). Ces principes de desserte permettent de hiérarchiser les voiries, de créer des voies apaisées, de limiter le trafic à l'intérieur du quartier et de favoriser le développement des mobilités douces et de la pleine terre sur les axes pacifiés et dans les îlots.

Figure 9 : Plan de circulation et offre de stationnement



Plan des circulations et de l'offre en stationnement - Source : groupement TVK (2023)
 *Le visuel présenté ci-dessus ne prend pas en compte l'évolution de morphologie des îlots 7 et 10.

La mixité programmatique et la création de services

La ZAC la Saulaie permettra également de compléter l'offre en services et équipements du territoire d'Oullins et de la Métropole. Les programmes prévus, ainsi que leur répartition spatiale sont présentés ci-dessous.

Figure 10 : Plan des rez-de-chaussée des bâtiments



Plan des rez-de-chaussée - Source : groupement TVK (MARS 2023)

III.2.2. Les espaces publics

Le plan de composition paysager prévoit 5 typologies d'espaces publics :

- Un parc sportif linéaire, à l'Ouest de la ZAC, créé à l'emplacement du P+R Sud ;
- Un parc de l'Yzeron, au Nord de la ZAC ;
- Une façade arborée du Rhône, à l'Est de la ZAC pour créer une lisière protectrice en préfiguration de la mutation du M7 en boulevard arboré (hors ZAC) ;
- Un parc archipel qui se dilate dans l'ensemble du quartier via les places et parvis, les jardins et squares, les placettes et micro-placettes et les venelles.
- Les voies apaisées qui se décomposent en :
 - Ruelles-jardin : voie partagée en plateau plantée ;
 - Rue-jardin : voie à sens unique plantée ;
 - Avenue acclimatée sportive ;
 - Avenue acclimatée commerçante.

Le projet regroupe deux grandes figures paysagères structurantes du quartier, composantes d'un maillage paysager plus gradué à l'échelle globale du quartier : les berges de L'Yzeron et le parc équipé.

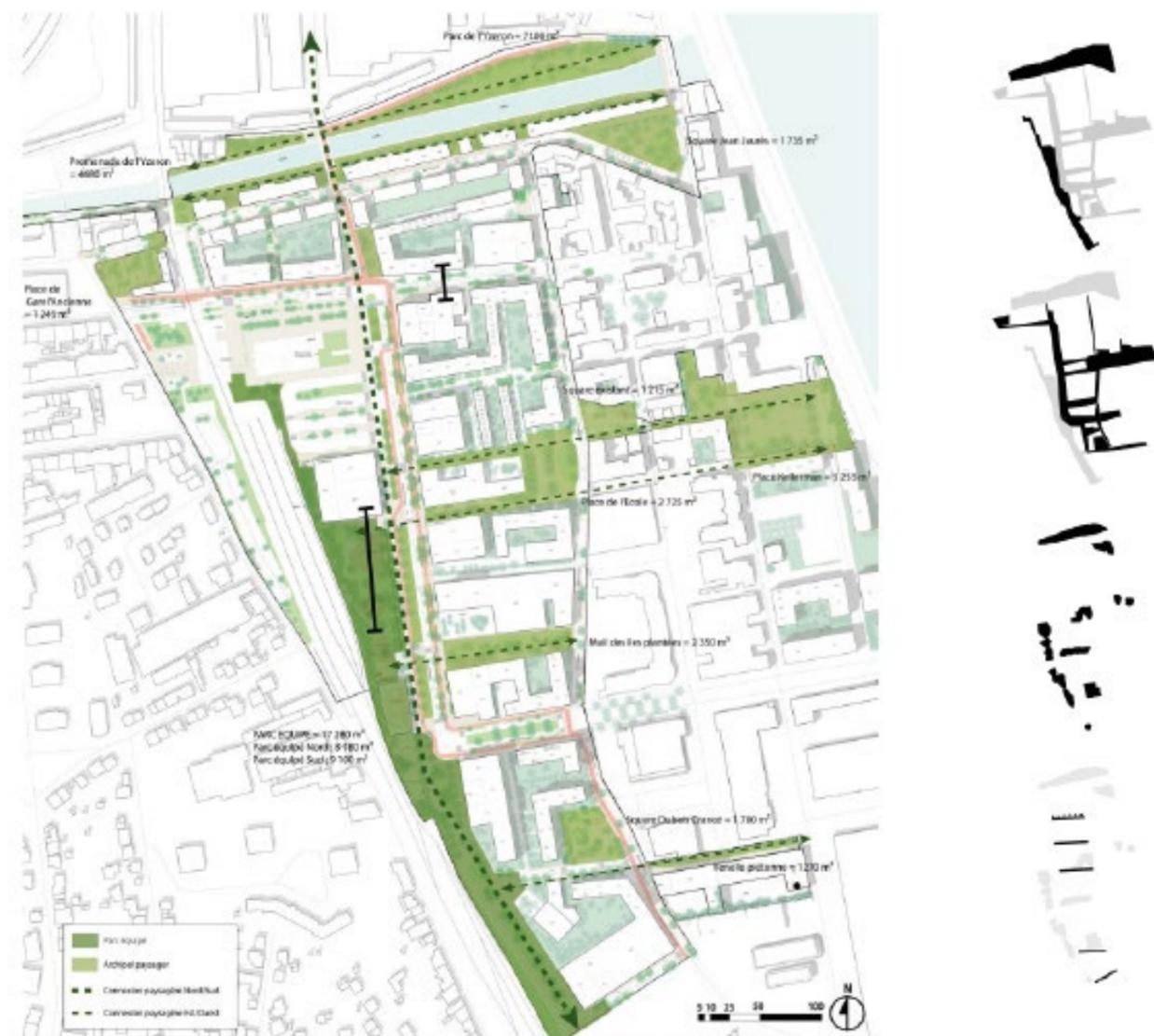
Les îles plantées se retrouvent sur l'ensemble du quartier et forment les îles de l'archipel.

Les rues jardinées sont positionnées en perpendiculaire des axes principaux et le long des façades commerçantes.

La végétation permet de diminuer les nuisances sonores et atmosphériques, tout en prolongeant les continuités plantées du quartier. Elles favorisent la circulation, tout en mettant en scène les façades faubouriennes.

Les venelles piétonnes végétalisées, plus étroites, s'articulent entre les îlots d'habitation et créent des déambulations piétonnes, sous une canopée à l'échelle du quartier. Elles desservent les cœurs d'îlots et offrent des espaces de pause à proximité des rues plus commerçantes.

Figure 11 : Schéma de la structure paysagère



Schémas de la structure paysagère - Source : groupement INGEROP (2022)

*Le visuel présenté ci-dessus ne prend pas en compte l'évolution de morphologie des îlots 7 et 10.

Les structures végétales déployées sur chacune de ces typologies d'espaces publics sont plurielles. Elles portent pour objectif de favoriser l'hétérogénéité végétale pour s'éloigner d'un paysage standardisé de ZAC.

La trame paysagère permet de mettre en continuité un réseau de parcs disséminés sur le périmètre du projet. Ces parcs, jardins, boisements, squares ou placettes sont de tailles variables et supportent des pratiques et des usages variables : sport, loisirs, jeux, détente, sociabilité. Ils jouent un rôle écologique majeur dans l'accueil des espèces et le développement d'une biodiversité locale. Les nouveaux jardins sont localisés à l'endroit de boisements existants, de manière à conserver les plantations existantes et les intégrer au projet paysager.

Ainsi, les espaces publics de la ZAC s'articulent autour de 4 grands axes :

- 1- Climatiser la ville en déployant un continuum arboré apportant ombrage et fraîcheur ;
- 2- Prendre en compte l'ensemble des paramètres favorables à la bonne installation des végétaux en adaptant la palette végétale selon les orientations, la typologie des sols, les besoins hydriques sans oublier les variations saisonnières dans la composition végétale en mixant végétaux persistants et caducs ;
- 3- Diffuser la trame verte support de biodiversité et permettre à la faune et la micro-faune de circuler sans être piégées ;
- 4- Assurer une perméabilité accrue des sols en lien avec la trame brune pour renforcer les échanges microbiens dans le sol et la bonne santé des végétaux.

Ainsi, la stratégie de végétalisation prévoit un archipel d'espaces publics végétalisés constitués d'une palette végétale riche (bosquets, arbustes, strate basse, arbres, couvre-sol).

Le quartier de la Saulaie défend également des objectifs de développement des usages. Des objectifs de mixité, d'inclusion et d'inter-générationnalité sont clairement recherchés à l'échelle de la ZAC.

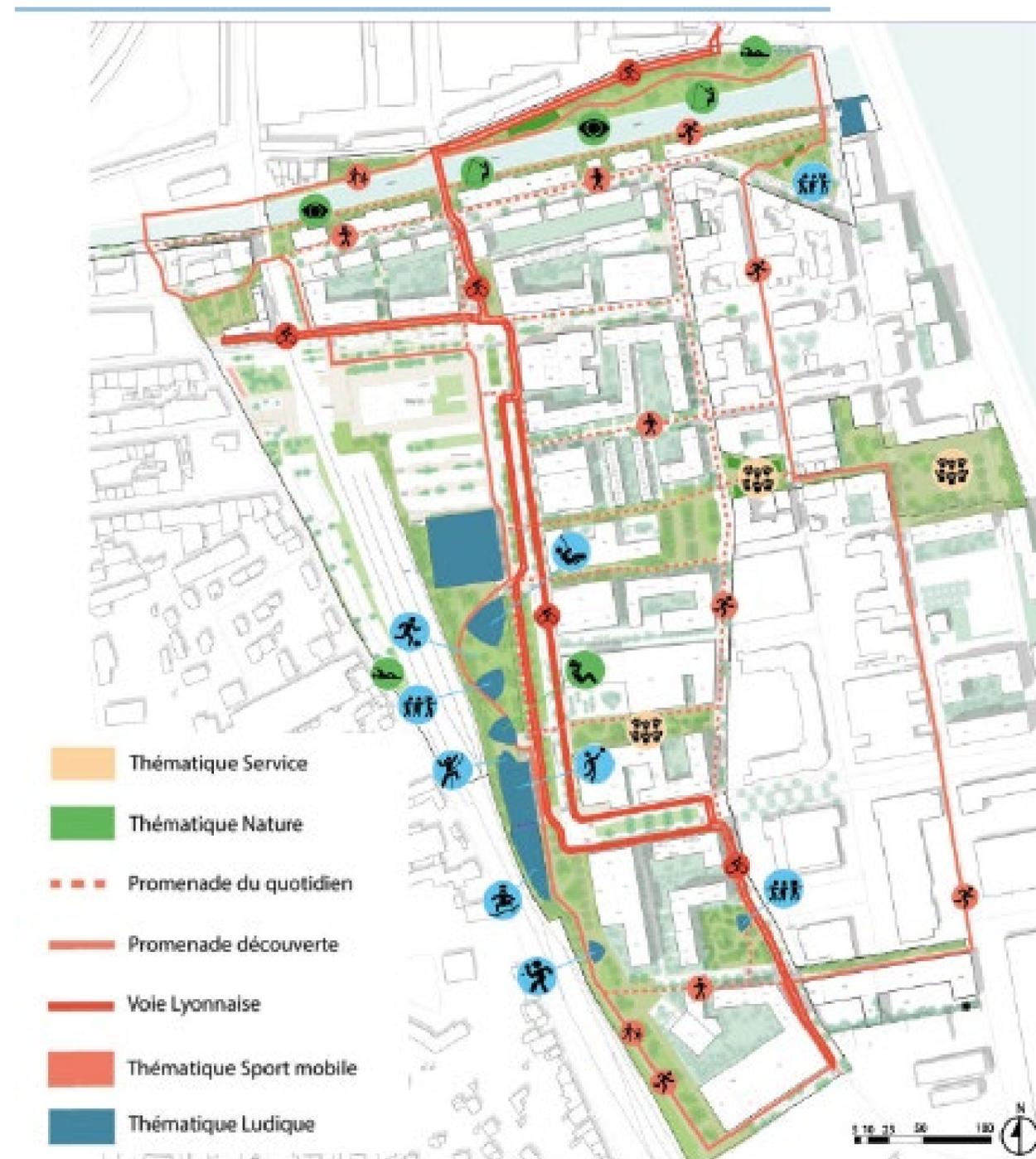
L'ambition est ici de favoriser les usages soulevés lors des ateliers de concertation avec les habitants et le tissu associatif local. La concertation a permis la mise en exergue des envies suivantes : création de jardins potagers, de grands mobiliers, de sanitaires, de jeux pour tout.e.s, de jeux d'eau, de kiosques, d'espaces libres à distance des voitures pour permettre l'apprentissage du vélo, de larges espaces permettant l'appropriation spontanée.

Des cheminements d'usages sont créés au sein de la ZAC et offrent des espaces sportifs, des lieux d'appropriation spontanée et des espaces de jeux.

Le déploiement spatial des espaces sportifs et ludiques crée des cheminements qui invitent les petits et les grands à parcourir le quartier. Ces cheminements ont donc vocation à rendre les habitants actifs, en lien avec l'ambition de faire de la Saulaie un quartier favorable à la santé.

La strate végétale est mise au service des usages afin de créer des micro-climats. Les espaces publics créés sont supports de loisirs à travers des espaces ouverts qui participent activement à la réduction des îlots de chaleur et des pollutions sonores, visuelles et atmosphériques. L'augmentation de la perméabilité des sols permet le remplissage des nappes phréatiques grâce à l'infiltration dans le sol, puis l'évapotranspiration, garantissant le rafraîchissement des villes. Ainsi, les espaces publics créés participent à la qualité de vie du quartier et agissent plus largement sur les syndromes dépressifs, anxieux et autres maladies chroniques.

Figure 12 : Équipements et espaces supports de santé



Équipements et espaces supports de Santé dans le quartier- groupe INGEROP (2022)

*Le visuel présenté ci-dessus ne prend pas en compte l'évolution de morphologie des îlots 7 et 10.

Les principes de déplacement envisagés sur les rues du quartier (nouvelles voies et voiries existantes configurées) entendent apaiser la circulation. Plusieurs outils ont été mobilisés pour participer à l'apaisement des rues circulées :

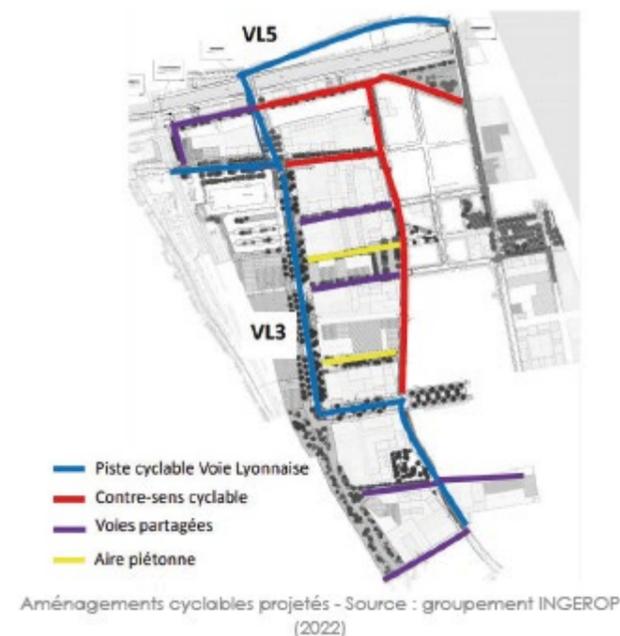
- Le sens unique a été généralisé pour minimiser la pollution atmosphérique et sonore et redonner de l'espace à la végétation et aux mobilités douces ;
- Le stationnement a été minimisé sur l'espace public. Des stationnement PMR et livraison ont été maintenus à proximité des linéaires commerciaux et des équipements ;
- Des chicanes sont prévues de façon à éviter les parcours rectilignes et à créer des ralentissements ;
- La mise à distance des piétons face à la circulation automobile. Sur les voies à double sens sont installés une bande végétalisée et un large trottoir ;
- Les rues Est-Ouest sont apaisées et exclusivement piétonnes ou traitées en zone de rencontre (rues en plateau).

A ces principes s'ajoute le développement de voies cyclables et de l'offre en stationnement cyclable. Ainsi, le long des principaux axes de déplacement en vélo sont créés des stationnements vélos qui permettront une desserte optimisée du quartier par les cycles.

Ainsi, seules les avenues du Rhône, Edmond Locard, des Saules et Jean Jaurès conservent un caractère structurant, le reste des voiries permettront la desserte résidentielle locale de la ZAC.

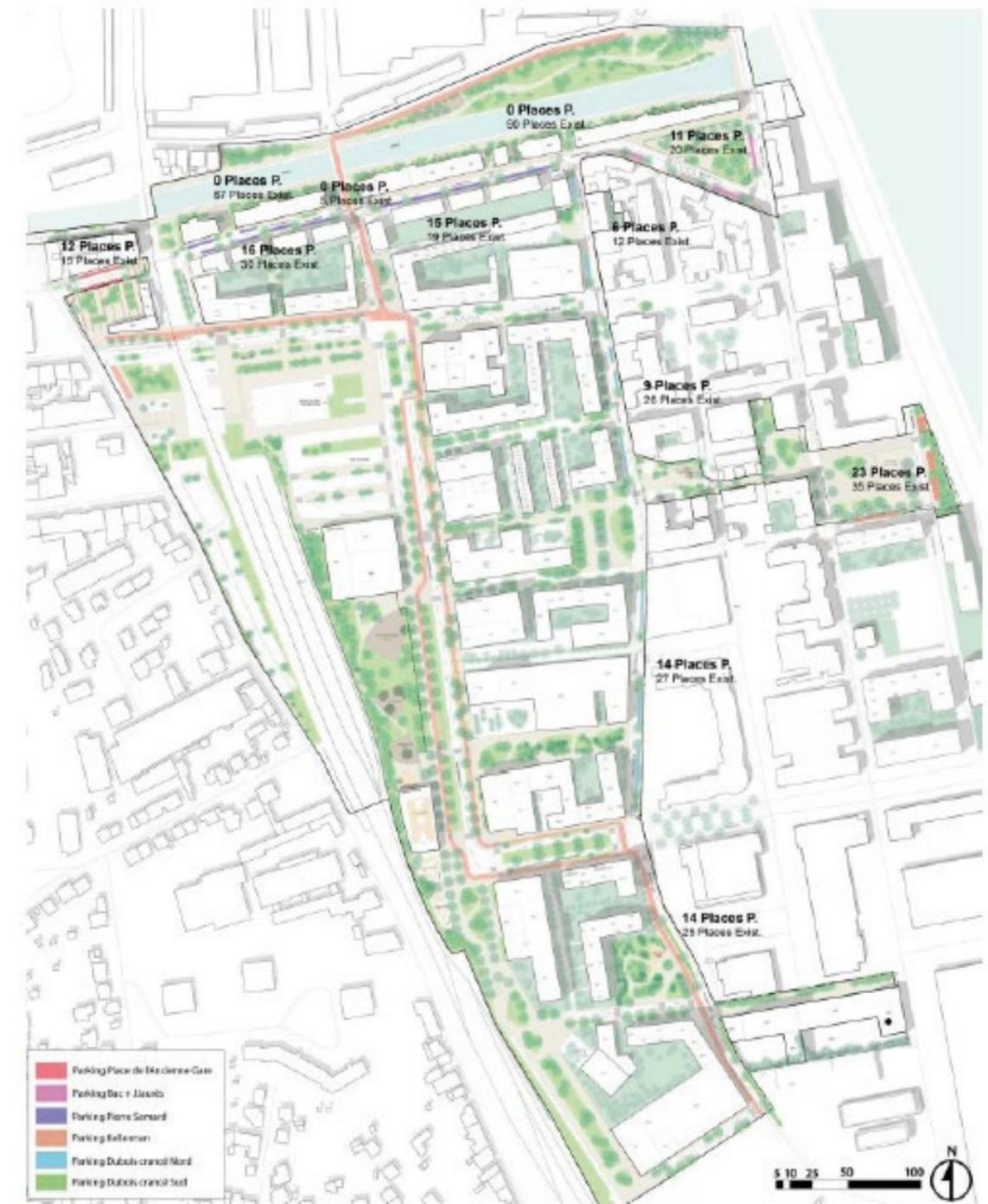
Le projet d'aménagements cyclables permettra donc la création d'une desserte cyclable hiérarchisée, avec le développement de pistes cyclables dimensionnées selon le programme des voies lyonnaises, et d'itinéraires en contre-sens cyclable ou en voies apaisées.

Figure 13 : Plan des aménagements cyclables



L'un des objectifs de la ZAC est d'encourager l'évolution des mobilités et d'accrocher le quartier à l'échelle métropolitaine. Aussi l'une des ambitions retranscrites au sein de l'AVP est de maintenir l'offre de stationnement tout en végétalisant les rues. Le nombre de place de stationnement a été diminuée de 84 places sur les espaces publics (241 pl. existantes contre 157 pl. projetées). Les interventions prévues sur les emprises de stationnement existantes sont résumées dans la carte ci-contre.

Figure 14 : Plan des offres de stationnement



*Le visuel présenté ci-dessus ne prend pas en compte l'évolution de morphologie des îlots 7 et 10.

Ainsi, les principes de circulation et les ambitions de clarification de la trame viaire et de réduction de l'emprise de la voiture envisagés au sein du plan de composition ont été retranscrits au sein de l'AVP des espaces publics.

IV. NATURE, CONSISTANCE, VOLUME ET OBJET SOUMIS A AUTORISATION

Le projet de la ZAC de la Saulaie localisée à Oullins s'étend sur une surface de **20,88** ha. La présente demande concerne l'autorisation loi sur l'eau pour la gestion des eaux pluviales de l'ensemble de la ZAC et les remblais en zone inondable au droit de la ZAC (lots et voiries).

La demande concerne également une modification de 3 ouvrages d'assainissement existants localisés avenue Edmond Locard et avenue des Saules. Ils ont été déclarés en juillet 2012 par le dossier de déclaration loi sur l'eau : Création d'une voie nouvelle et d'un mail de desserte dans le cadre du projet de pôle d'échanges multimodal d'Oullins – la Saulaie, sous maîtrise d'ouvrage Métropole de Lyon.

À ce stade, les constructions au sein des lots ne sont pas définies. Chaque promoteur pourra être amené à déposer un dossier loi sur l'eau pour la mise en œuvre des fondations des bâtiments ou pour la construction des parkings souterrains en cas de mise en œuvre de sondages, de prélèvements temporaires dans la nappe ou de rabattement éventuel de cette dernière.

Les principes et engagements définis dans le présent dossier et l'arrêté préfectoral seront retranscrits dans le Cahier des Prescriptions Architecturales Urbaines, Paysagères et Environnementales (CPAUE) et dans les fiches de lot qui seront transmis et imposés à chaque preneur de lot.

IV.1. Assainissement actuel

Sur le site d'étude, le réseau d'assainissement est ancien, et principalement de type unitaire. Toutefois, les aménagements les plus récents (pôle multimodal, parc d'activité rue Dubois-Crancé, réaménagement de la Grande rue...) ont été équipés de réseaux séparatifs.

Les eaux du quartier de la Saulaie sont collectées par de petits collecteurs implantés sous les voiries et rejetées dans un réseau de collecteurs de plus grandes dimensions. Le réseau historique du quartier de la Saulaie est organisé autour de collecteurs secondaires et principaux implantés sous les voiries du quartier du centre-ville, qui rejoignent 3 gros collecteurs de transit se rejetant dans un collecteur structurant et implantés en bordure de la route métropolitaine M7 :

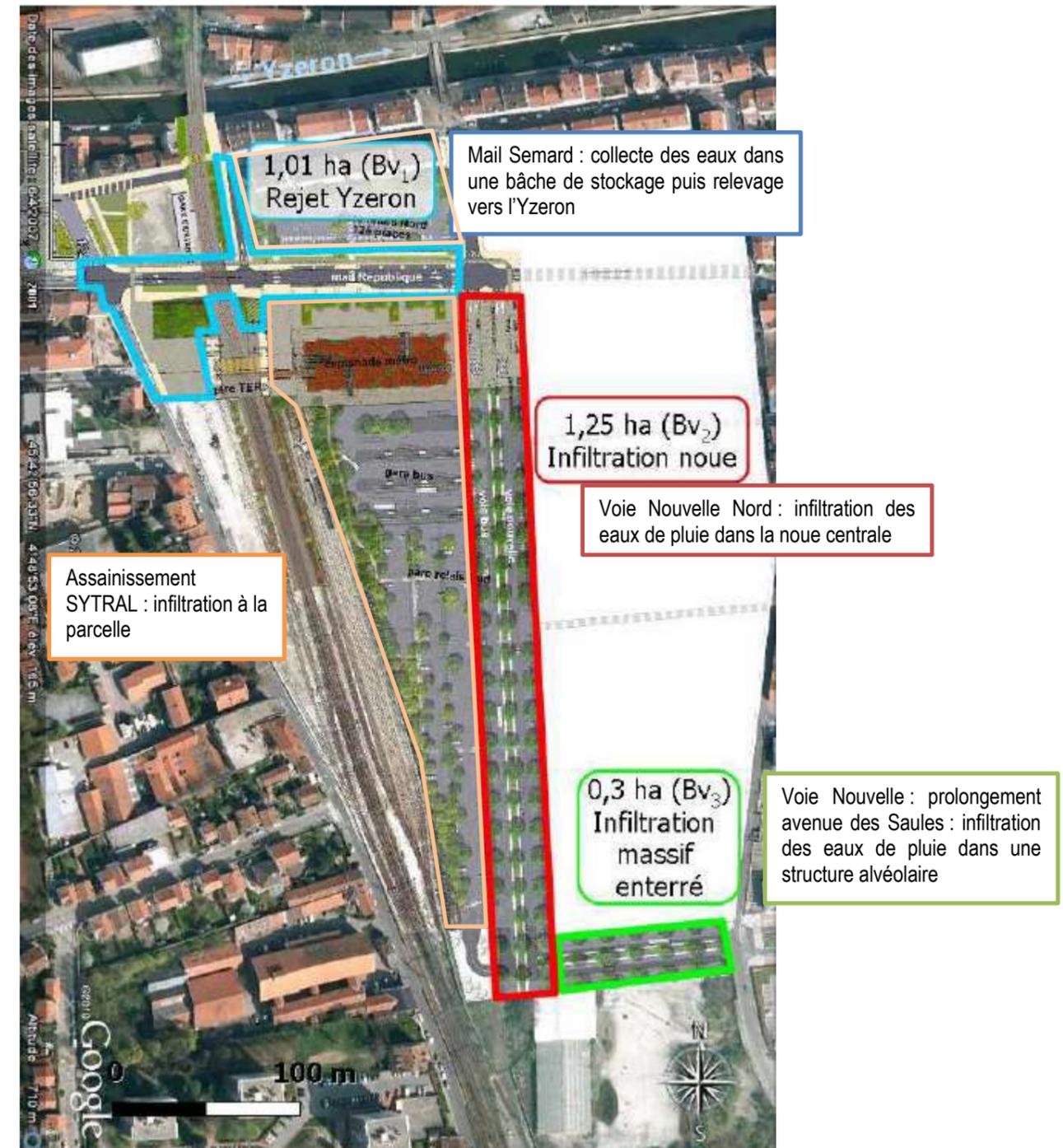
- Sous la rue Pierre Sépard le long de l'Yzeron. Ce collecteur est le principal collecteur de la Ville d'Oullins. Ses dimensions sont de l'ordre du mètre de largeur, sur 2 mètres de hauteur, ce qui le rend visitable ; On notera que les bâtiments situés le long de la rue Pierre Sépard ne sont pas raccordés à ce collecteur, mais disposent d'une autre canalisation propre à leur collecte. L'ensemble des ouvrages se connecte toutefois à la même chambre de raccordement, en bordure du Rhône ;
- Sous l'avenue des Saules. Un collecteur plus petit (environ 1,5m de largeur sur 1,20m de hauteur) a été installé afin de conduire les rejets de la partie Nord du quartier de la Saulaie (secteurs d'habitats et de zones d'activités de bureaux récentes). On notera que les constructions situées à l'Est de l'avenue Jaurès se rejettent toutefois directement en bordure de la route métropolitaine M7 ;
- Sous la rue Dubois Crancé, après un percement sous la voie ferrée, et traversant les terrains du Grand Lyon en bout. Cette canalisation permet, outre la collecte des ilots situés entre la rue Jean Macé et la rue Blanqui, d'assurer la collecte de la partie Sud (activités industrielles et logistiques) du quartier de la Saulaie. Cette canalisation est donc largement dimensionnée (1m de large par 1,80m de hauteur environ).

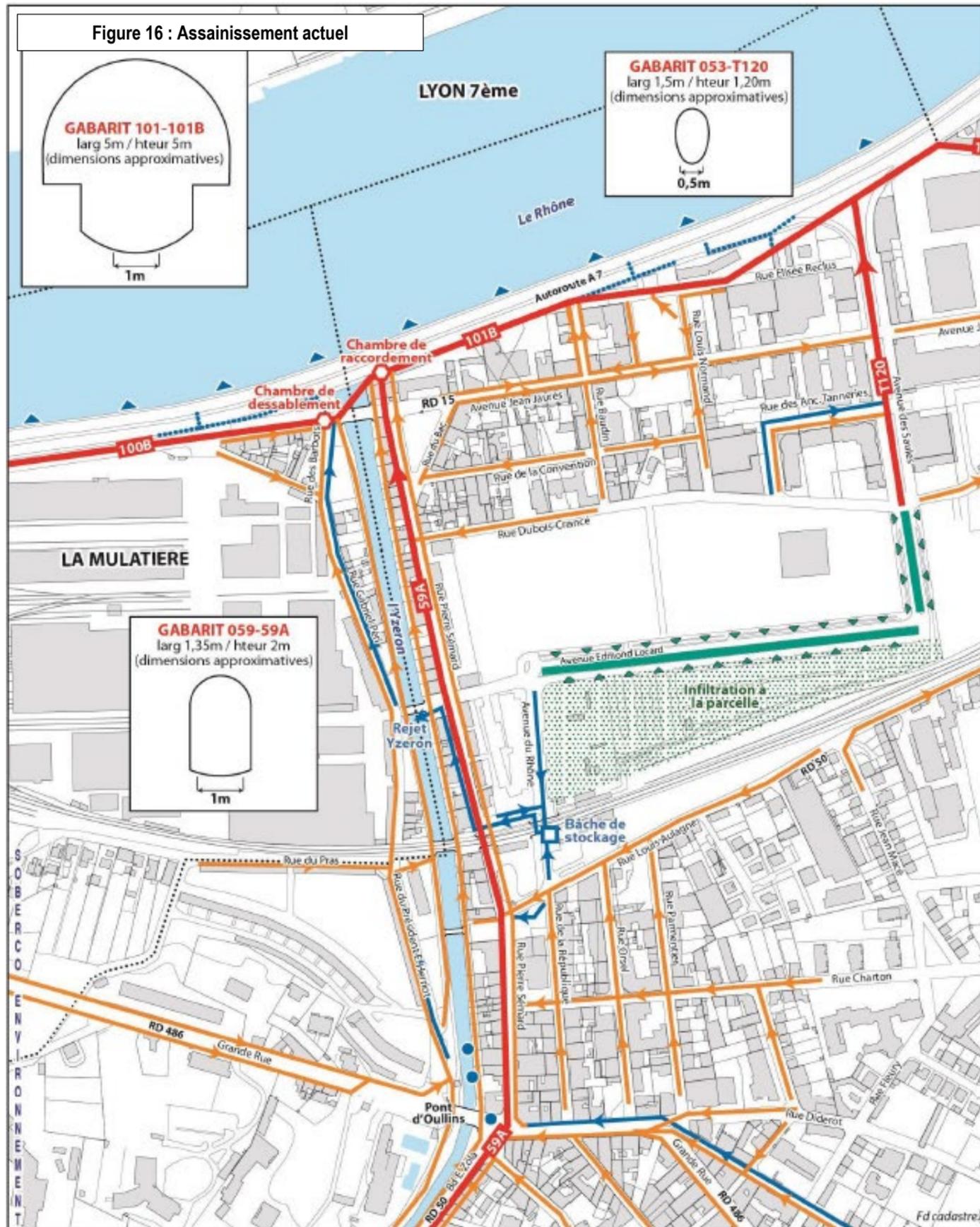
Le collecteur structurant qui traverse le site d'étude est l'un des plus importants du Grand Lyon, puisqu'il achemine les eaux usées de l'ensemble du bassin du secteur Sud-Ouest/Pierre-Bénite jusqu'à la station d'épuration. Il présente donc des dimensions « hors normes », d'environ 5m sur 5m, avec un système de « quais » pour faciliter son inspection.

Son tracé à travers le site d'étude commence sur la Mulatière en bordure de la M7. Une chambre de dessablement est équipée avant le franchissement de l'Yzeron. Il se poursuit sur Oullins, d'abord en bordure de la M7, puis sous la rue Élisée Reclus, pour enfin emprunter la rue de la grande allée et rejoindre le boulevard de l'Europe à Pierre-Bénite.

Les eaux pluviales de la gare de métro, la gare routière ainsi que du parking relais font l'objet d'une infiltration à la parcelle (aménagement effectué par le SYTRAL). Les ouvrages sont dimensionnés pour une période de retour de 30 ans.

Figure 15 : Plan des projets déjà réalisés





IV.2. Projet d'assainissement

Dans ce chapitre, sont décrits la gestion des eaux pluviales de l'ensemble de la ZAC, le dimensionnement des ouvrages d'assainissement des espaces publics ainsi que leur présentation. Une vérification des ouvrages existants modifiés par l'aménagement est effectuée. Les remblais en zone inondable au droit de la ZAC (lots et voiries) sont également présentés ainsi que la compensation.

IV.2.1. Démarche mise en œuvre

Dans le cadre du projet de la ZAC de la Saulaie, la démarche suivante a été mise en avant :

- Limiter les imperméabilisations,
- Déconnecter les eaux pluviales des réseaux en créant des ouvrages d'infiltration,
- Recueillir et acheminer les eaux vers les ouvrages de stockage en surface,
- Privilégier les techniques rustiques en les adaptant au contexte (multiplicité de techniques de gestion des eaux pluviales),
- Infiltrer et gérer des eaux à la parcelle,
- Privilégier les ouvrages aériens (jardins de pluie/noues).

En effet, dans le cadre du projet, il est prévu de supprimer les connexions existantes aux réseaux unitaires des rues Dubois Crancé (8500 m²) et Pierre Semard (7400 m²) et de réaliser une séparation des réseaux.

IV.2.2. Réglementations applicables à la ZAC de la Saulaie

- **Plan de Prévention du Risque inondation (PPRI)**

La zone d'étude s'inscrit dans le périmètre du plan de prévention du risque d'inondation (PPRI) Rhône Aval. Elle est localisée majoritairement en :

- Zone B2 (bleu clair) : zone urbanisée inondable à la crue exceptionnelle,
- Zone B1 (bleu foncé) : zone urbanisée inondable à la crue centennale (aléa moyen ou faible),
- Zone en B1i (violet) : secteurs centraux urbanisés en bordure du Rhône avec aléa non fort pour une crue centennale.

Les côtes d'inondation calculées pour les événements centennal et exceptionnel sont les suivantes :

- 163,4 pour la crue centennale,
- 164,8 pour la crue exceptionnelle.

Ces zones ne contre-indiquent pas l'infiltration des eaux pluviales.

- **PLU-H du Grand Lyon**

Le PLU-H du Grand Lyon indique que le traitement des 15 premiers millimètres de pluie doit s'effectuer par infiltration dans des ouvrages de surface (tels que noue ou jardin de pluie filtrant). Ces ouvrages protègent les ouvrages enterrés (tels que les tranchées d'infiltration) d'un colmatage trop rapide.

Ces 15 premiers millimètres correspondent aux petites pluies qui sont les plus fréquentes sur le territoire de la Métropole de Lyon.

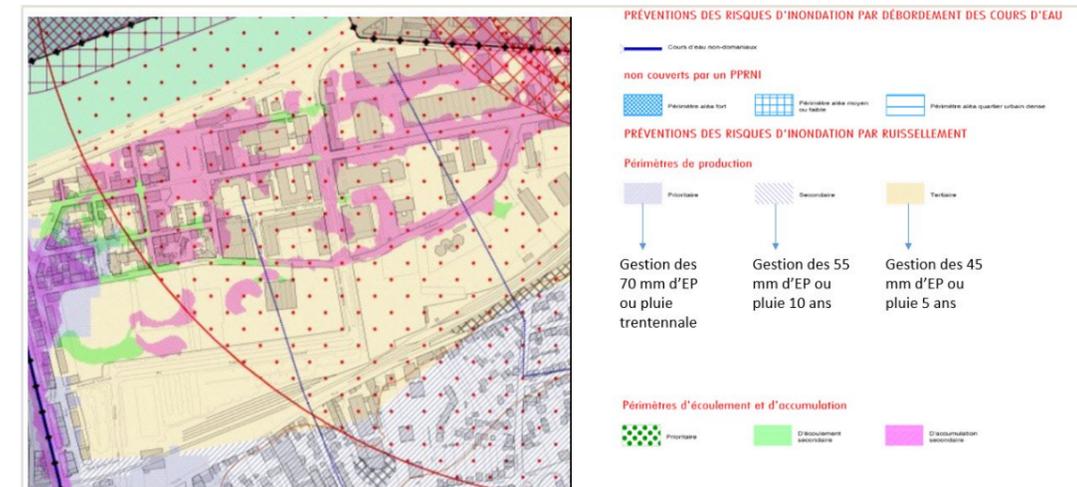
Un volume complémentaire de stockage est mis en place selon les dispositions relatives aux périmètres de production. Le zonage Prévention des risques de ruissellement et protection des milieux aquatiques définit trois périmètres de production (cf. extrait ci-dessous).

Les préconisations suivantes sont à respecter :

- Gestion des 15 premiers mm de pluie dans les ouvrages de surface,
- Rejet par infiltration : en fonction du périmètre de production, création d'un volume complémentaire de stockage,
- Rejet dans un cours d'eau : volume de stockage complémentaire + rejet à débit limité sans excéder 3l/s sauf en cas de directives spécifiques du PPRI,
- Temps de vidange <72h,

- Accès des constructions nouvelles (y compris sous-sols) : 20 cm au moins au-dessus du niveau de la chaussée ou dispositif de mise hors d'eau des constructions dans les zones d'écoulement et d'accumulation.

Figure 17 : Extrait PLU-H du Grand-Lyon sur secteur projet



- **Règlement d'assainissement de la Métropole de Lyon**

Le règlement d'assainissement impose l'infiltration des eaux pluviales à la parcelle. Une dérogation est possible pour raccordement au réseau pour une perméabilité inférieure à 3×10^{-7} m/s ou dans certains cas de pollution des sols. Le débit maximal de rejet au réseau unitaire est de 1l/s.

- **Guide de préconisation -Mission interservices de l'Eau 69**

Le guide de préconisation des techniques applicables aux rejets des eaux pluviales établi par la Mission Interservices de l'Eau 69 décrit les contraintes de conception et de dimensionnement à prendre en compte dans le cadre d'un dimensionnement hydraulique soumis à un dossier Loi sur l'Eau.

Les principales contraintes sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

Figure 18 : Tableau des principales contraintes de dimensionnement

Contraintes de dimensionnement	
	Surface d'infiltration :
	- Ouvrage non protégé par zone de décantation : parois latérales de l'ouvrage en raison du possible colmatage du fond
	- Ouvrage protégé par zone de décantation : Surface du fond
	Capacité d'infiltration :
	- Coefficient de sécurité de 0.5
	Risques de pollution de la nappe :
	- 1 m entre haut de la nappe et fond de l'ouvrage
	Niveau de protection selon norme NF EN 752-2 :
	- Zone de centre-ville : 1 tous les 30 ans
	Méthode de calcul :
	- Méthode des pluies ou méthode des volumes

IV.2.3. Données sur le site (niveau d'eau et perméabilité)

• **Niveau d'eau**

La SERL a confié au bureau d'études GINGER BURGEAP une étude prévisionnelle du Niveau des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE) au droit de la ZAC permettant de déterminer la cote maximale que pourrait atteindre la nappe au droit du site. L'étude de septembre 2022 permet de définir les niveaux suivants au centre du site :

- NPHE pour une période de retour 10 ans : 160.8 m NGF
- NPHE pour une période de retour 50 ans : 161.5 m NGF

Ces niveaux seront à compléter à la fin du suivi par GINGER BURGEAP. C'est la valeur du NPHE 10 : 160.8 m NGF qui est retenue pour les études AVP.

• **Perméabilité**

Des essais de perméabilité de type NASBERG à niveau variable ont été réalisés dans les sondages carottés effectués dans le cadre de l'étude géotechnique G2AVP de juin 2022. Les résultats des sondages sont indiqués ci-dessous.

Figure 19 : implantation des investigations géotechniques G2 (source G2 AVP juin 2022)



Figure 20 : Tableau des résultats des essais de perméabilité MATSUO/LEFRANC (Source : G1 2021)

Type d'essai	Formation / Nature du sol	Sondage	Profondeur de l'essai (m/TA)	Coefficient K		Degré de perméabilité
				m/s	mm/h	
NASBERG	1 b - Grave sableuse	SC1	3.0 – 4.0	7.0 x 10 ⁻⁶	25.2	Faible
	1 b - Sables limono-graveleux	SC2	3.0 – 4.0	4.0 x 10 ⁻⁵	144.0	Assez élevée
	1 b - Sables grossiers graveleux	SC3	2.0 – 3.0	1.5 x 10 ⁻⁵	54.0	Assez élevée
	1 a - Sables moyen à grossier à galets	SC4	3.0 – 4.0	3.0 x 10 ⁻⁵	108.0	Assez élevée
	2 a - Sables grossiers graveleux	SC5	3.0 – 4.0	1.9 x 10 ⁻⁵	68.4	Assez élevée
	2 a - Sables moyens à fins	SC6	3.0 – 4.0	1.6 x 10 ⁻⁶	5.8	Faible
	2 a - Sables fins à graveleux	SC7	3.0 – 4.0	1.5 x 10 ⁻⁵	54.0	Assez élevée
	2 a - Sables limono-graveleux	SC8	3.0 – 4.0	3.0 x 10 ⁻⁶	10.8	Faible
	1 b / 2 a - Sables grossiers graveleux	SC9	3.0 – 4.0	4.0 x 10 ⁻⁶	14.4	Faible

Des essais de perméabilité de type MATSUO et LEFRANC ont été menés en 2021 lors de la G1. Les résultats des sondages sont indiqués ci-après :

Figure 21 : Tableau des résultats des essais de perméabilité MATSUO/LEFRANC (Source : G1 2021)

Type d'essai	Formation / Nature du sol	Sondage	Profondeur de l'essai (m/TA)	Coefficient de perméabilité K		Degré de perméabilité
				m/s	mm/h	
MATSUO	1 b - Sables limono-graveleux	PM.1	2.1	8 x 10 ⁻⁶	21.6	Faible
	1 b - Sables limoneux	PM.3	2.1	2 x 10 ⁻⁶	7.2	Faible
	1 b - Limons sableux bruns	PM.4	2.0	< 10 ⁻⁷	< 0.36	Très faible
	1 b - Sables graviers galets	PM.6	2.1	≥ 10 ⁻³	≥ 3600	Très élevée
	1 b - Sables et blocs	PM.7	2.0	≥ 10 ⁻³	≥ 3600	Très élevée
	1 b - Sables graviers galets	PM.8 bis	2.0	≥ 10 ⁻³	≥ 3600	Très élevée
	1 b - Sables limoneux graves et galets	PM.10	2.1	2 x 10 ⁻⁶	7.2	Faible
1 b - Mâchefers	PM.11	2.0	5 x 10 ⁻⁶	1800	Assez élevée	
LEFRANC	1 b / 2 a - Sableux limoneux à graveleux	PM.13	3.0 – 4.0	2 x 10 ⁻⁶	21.6	Faible
	1 b / 2 a - Sable fin argileux à grossier	PM.14	2.5 - 3.0	1 x 10 ⁻⁷	0.4	Très faible
	2 a - Sable argileux moyen à grossier	PM.15	2.6 - 4.0	6 x 10 ⁻⁷	2.2	Très faible



Une valeur de perméabilité a été attribuée à chacun des bassins versants en fonction de leur position vis-à-vis du sondage.

Certains sondages n'ont pas pu être réalisés car l'aménageur ne disposait pas de la maîtrise foncière de tous les tenements, lors des investigations. Des sondages complémentaires seront réalisés avant le démarrage des travaux afin de s'assurer des hypothèses de perméabilité considérées.

En fonction des résultats, le projet d'assainissement pourra évoluer et un porter à connaissance sera transmis aux services de l'Etat pour les informer de cette modification.

• **Sols pollués**

Les sols de la friche ont fait l'objet d'une dépollution des zones concentrées sous responsabilité de l'ancien exploitant.

Afin de mettre en compatibilité le projet urbain avec la nature des sols, une évaluation quantitative des risques sanitaires accompagnée d'un plan de gestion des sols et des déblais a été réalisé (cf annexe de l'étude d'impact)

L'aménageur ne disposait pas de la maîtrise foncière de tous les tenements lors des premiers sondages. Des investigations complémentaires seront menées pour compléter ces études. Ces données viendront alimenter les travaux à mettre en œuvre pour garantir l'absence de diffusion de pollution dans les sols et la nappe au droit des ouvrages de gestions des eaux pluviales.

En fonction des résultats, le projet d'assainissement pourra évoluer et un porter à connaissance sera transmis aux services de l'État pour les informer de cette modification.

IV.2.4. Hypothèses de dimensionnement

Les hypothèses de dimensionnement décrites ci-après ont été validées par la DREAL lors de la réunion du 06/09/2022 et par le biais d'échanges directs avec les services.

- **Principes de nivellement et bassins versants**

Le nivellement a été élaboré sur la stratégie suivante :

- Limiter au maximum les zones de remblais et conserver le nivellement existant au maximum afin de minimiser le volume à compenser en zone inondable ;
- Favoriser les écoulements vers les bandes d'espaces verts et vers les zones de stationnements sous lesquels les ouvrages sont implantés préférentiellement.

En fonction du nivellement projeté, les surfaces aménagées ont été découpées en bassins versants. Les bassins versants sont indiqués dans les plans en annexe 1, page 44.

- **Période de retour**

Selon la norme européenne NF EN 752-2, les ouvrages sont dimensionnés en fonction du niveau de protection. L'ensemble des prescriptions (DDT/Métropole notamment) sont cumulatives.

La zone d'étude étant considérée comme une zone de centre-ville, la fréquence d'inondation prise en compte est de **1 tous les 30 ans, conformément au guide MISE 69 car plus contraignant que la période de retour du PLU-H.**

- **Méthode utilisée**

La méthode utilisée est la méthode des pluies (recommandée par le guide « La ville et son assainissement – Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau » et décrite dans le guide technique des bassins de retenue du Service Technique de l'Urbanisme (Lavoisier, 1994)).

- **Coefficients de Montana**

Les coefficients pris en compte sont les coefficients de Montana mis à disposition par la Métropole de Lyon.

Période de retour 30 ans :

Pour une durée de pluie de 6 min à 30 min :

a = 7.694

b = 0.548

Pour une durée de pluie de 30 min à 24 heures :

a = 14.606

b = 0.725

- **Surface d'infiltration**

Les surfaces d'infiltration retenues sont, conformément au guide MISE et au guide de conception Métropolitain, les suivantes :

- Tranchée d'infiltration/Stockholm : Surface du fond,
- Noues : Surface au miroir.

Pour tenir compte du risque de colmatage, le guide de la MISE 69 préconise de ne pas tenir compte de l'infiltration par le fond des ouvrages en l'absence d'ouvrage de décantation en amont. On ne considère alors l'infiltration que par les parois latérales de l'ouvrage.

Dans le cadre du projet de la ZAC de la Saulaie, les massifs d'infiltration seront systématiquement précédés d'ouvrages de décantation, ce qui permettra, conformément au guide de la MISE 69, de considérer l'infiltration par le fond.

Du fait de niveaux de perméabilité très contraignants, il a été demandé une dérogation avec rejet au réseau (avec limitation de débit à 1 l/s). En accord avec la Direction de l'Eau de la Métropole de Lyon, une modification de cette approche a été soumise à la DREAL : la surface d'infiltration des tranchées intègre à la fois l'infiltration par le fond et la moitié de la surface des côtés. La surface d'infiltration des noues correspond à la surface au miroir. Pour le reste des prescriptions, le dimensionnement des ouvrages est en phase avec le guide de la MISE69. Cette proposition a été validée par la DREAL en date du 03/02/2023.

- **Coefficient de sécurité**

La perméabilité est corrigée par un facteur de **0.5** conformément aux préconisations de la MISE 69.

- **Couverture des ouvrages en sous-sol**

L'étude d'assainissement prend en compte une couverture au-dessus des ouvrages de 0,7 pour les tranchées d'infiltration.

- **Coefficient de ruissellement**

Afin d'optimiser la perméabilité des sols et donc de diminuer les volumes de stockage, des revêtements poreux ont été favorisés. Les surfaces concernées sont notamment les trottoirs, les stationnements et les pistes cyclables. Cette optimisation permet également d'obtenir des coefficients de ruissellement plus faible.

Les coefficients de ruissellement retenus pour chacune des surfaces sont les suivants :

Figure 22 : Tableau de synthèse des coefficients de ruissellement

Voirie en enrobé	0,9
Trottoirs en pavé pierre	0,9
Trottoir en enrobé drainant	0,7
Stationnements en pavés enherbés	0,7
Stabilisé	0,7
Piste cyclable	0,7
Sol souple	0,9
Espaces verts	0,4
Mobilier	1
Bordures / murets	0,9

Le coefficient de ruissellement initial retenu est :

- 0.9 pour les voiries existantes,
- 0.7 ou 0.8 sur les zones légèrement végétalisées à l'existant,
- 0.6 pour les zones sur voiries nouvelles.

- **Hauteur d'eau non saturée**

Conformément au guide de la MISE 69, une hauteur non saturée de 1m minimum entre le haut de la nappe et le fond de l'ouvrage sera maintenue entre le fond des ouvrages et le NPHE 10.

Cette contrainte cumulée avec une nappe à hauteur élevée ne permet pas une implantation de tranchée de Stockholm dans certains bassins versants. En effet, les fosses d'arbres nécessaires au système de Stockholm doivent mesurer environ 1m50.

IV.2.5. Choix des ouvrages

- **Ouvrages d'infiltration**

Les ouvrages privilégiés pour la gestion des eaux pluviales sont les noues et les tranchées d'infiltration.

Les ouvrages seront de type :

- Noues ou jardins de pluie dans les bandes plantées

Les noues sont des dépressions larges et peu profondes avec des rives en pente douce. Ce sont des espaces de stockage, transport et/ou infiltration des eaux pluviales. L'eau y est collectée soit par des canalisations, soit préférentiellement après ruissellement sur des surfaces adjacentes en travaillant finement le nivellement du bassin versant concerné et en limitant les obstacles tels que les bordures dans les zones à enjeux.

- Arbres de pluie

L'arbre de pluie est similaire aux arbres traditionnels d'alignement, à la différence que la fosse de plantation est conçue de manière à recevoir, stocker et infiltrer les eaux de ruissellement.

- Tranchée d'infiltration (TI)

La tranchée d'infiltration est un ouvrage longitudinal enterré composé de matériaux de remplissage de type grave non traitée propre 30/80 ou galets avec un minimum d'indice de vide de 30 %.

À proximité de bâtiments ou de la voirie centrale circulée, un des côtés de la paroi pourra être protégé par une géomembrane. Des regards sur drain devront être mis en œuvre afin de permettre l'entretien et prévenir le colmatage.

- Tranchée de Stockholm (TS)

Cette solution n'est pas une solution privilégiée mais a dû être mise en œuvre pour des raisons techniques. La tranchée de Stockholm est un mélange terre-pierre drainant d'une hauteur de 1m50 (stockage avec un indice de vide à 15 %) surmontée d'une couche de concassé d'environ 20 cm. Le massif drainant sera réalisé en terre pierre afin de pouvoir le végétaliser avec une strate basse et/ou une strate arborée.

Les tranchées de Stockholm permettront d'intégrer les eaux pluviales de la chaussée et du trottoir dans la fosse de plantation, afin de les alimenter et leur offrir des conditions de croissance optimales.

Figure 23 : Schéma de principe d'une tranchée terre/pierre dite tranchée de Stockholm

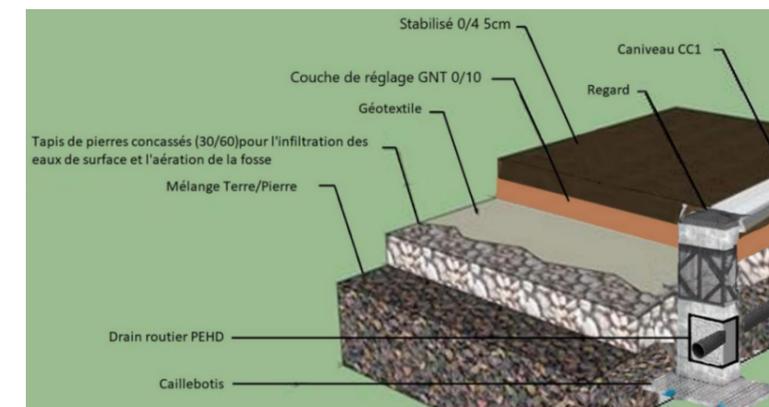


Figure 24 : Détail de fosse d'arbre avec tranchée de Stockholm

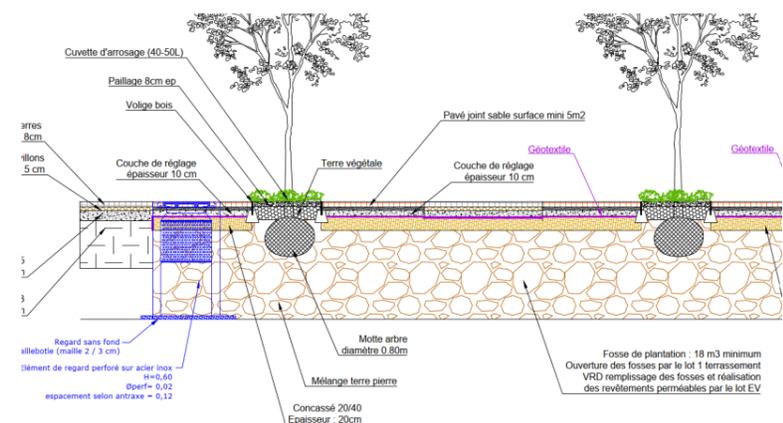


Figure 25 : Coupe de principe de fonctionnement de cuve

Le principe de tranche de Stockholm n'est pas la solution privilégiée. Toutefois, certains secteurs font état de faible perméabilité incompatibles avec des solutions de noues ou de tranchées d'infiltration.

Dans ces secteurs uniquement sera étudiée la mise en place de tranchée des Stockholm qui permettra de répondre au règlement d'assainissement de la Métropole de Lyon (1L/s) et qui facilitera l'apport hydrique pour les arbres.

- Stockage et récupération des eaux de pluie

Des ouvrages de stockage seront mis en œuvre dans certains secteurs à très faible perméabilité, là où des rejets au réseau à débit limité seront rendus nécessaires. L'objectif requis est aussi d'assurer une fonction de récupération d'eaux pluviales pour l'arrosage. Trois cuves ont été conçues dans la phase AVP :

- 40 m³ au niveau de la rue du Bac ;
- 15 m³ au niveau de la Place Kellermann ;
- 30 m³ au niveau de la Place polyvalente.

Ces cuves sont précisées dans le plan de gestion des eaux pluviales joint Figure 29 : Plans de l'assainissement projeté.

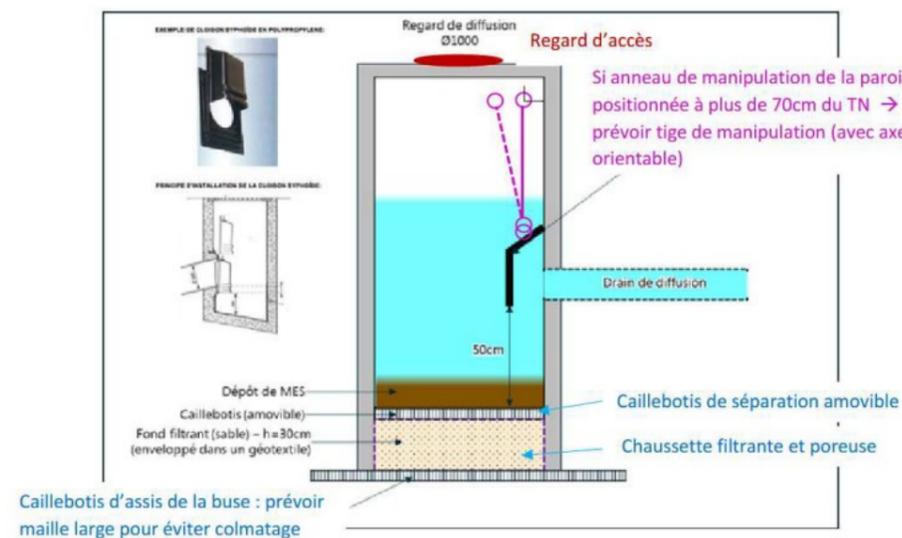
La coupe de principe du fonctionnement de la cuve est la suivante :

- **Ouvrages de collecte**
- **Regard de décantation et de diffusion**

Un regard de décantation et de diffusion est prévu en raccordement des grilles et boîtes à eaux qui collectent les eaux du bassin versant pour les acheminer vers les tranchées (de rétention ou d'infiltration).

Le schéma de principe d'un regard de décantation et de diffusion avec une fonction supplémentaire d'infiltration (regard sans fond avec caillebotis) est proposé ci-après :

Figure 26 : Schéma de principe d'un regard de diffusion (source : Métropole de Lyon)



Pour les tranchées de rétention (risque de pollution ou perméabilité trop faible), le caillebotis d'assis sera maintenu pour éviter la retenue d'eau favorable au développement des moustiques.

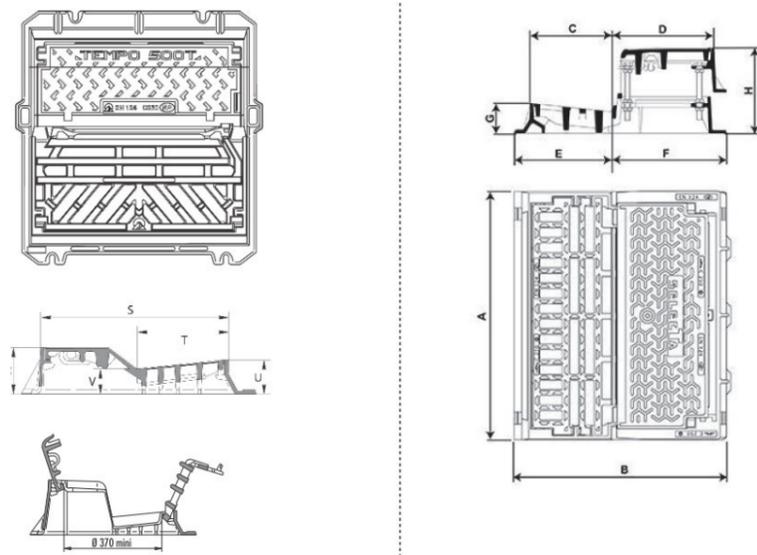
Les cuves seront lestées sur dalle béton en raison de leur présence en zone inondable.

Les modèles de cuve pourront être le suivant ou bien des techniques plus rustiques comme des tonneaux enterrés.

- Récupérateur d'eaux pluviales

Les eaux pluviales seront collectées par l'intermédiaire de grilles sélectives de dimensions 400*750 ou 500x500 placées pour une récupération de 400m² de surface de ruissellement par grille. Les grilles plus petites du type 300*700 posent un problème pour les exploitants car le regard en dessous est trop étroit pour permettre son entretien. En effet, la largeur de l'espace intérieur maçonné est trop étroite entre le départ de la canalisation et le bord opposé.

Figure 27 : Détail technique d'une grille sélective (source : Référentiel ouvrage ass., 2017, GrandLyon)



IV.2.6. Principe d'assainissement

Ainsi, il est prévu de collecter les eaux pluviales des voiries de la ZAC et de les infiltrer au maximum sur site. Les ouvrages sont dimensionnés pour une période de retour de 30 ans.

La surface de bassin versant de voirie concernée est de 11,2 ha sur le secteur. La surface de bassin versant des lots est de 9,68 ha.

La gestion des eaux pluviales des lots sera réalisée indépendamment de celles des voiries, une gestion à la parcelle sera mise en œuvre. Elle sera gérée à la parcelle par chaque promoteur. Ils devront respecter les mêmes prescriptions qu'énoncées ci-dessus en termes d'hypothèse de dimensionnement avec infiltration préférentielle.

La stratégie de gestion des eaux pluviales pour chacun des bassins versants est la suivante :

- Conception d'ouvrages d'infiltration dans la majorité des cas lorsque l'aménagement vient modifier l'état existant :
 - o À 100 % sans rejet au réseau d'assainissement (exemple : BV Avenue Edmond Locard 0),
 - o Avec un rejet au réseau d'assainissement (exemple : BV Rue Pierre Sémard 2).
- Pas d'infiltration dans les zones faiblement modifiées par le projet de ZAC, qu'elles fassent déjà l'objet d'une gestion des eaux pluviales par techniques alternatives (exemple : BV de la Gare routière – Infiltration à la parcelle par SYTRAL) ou pas (exemple : BV Parking Ouest de la voie ferrée).
- Pas de conception d'ouvrages d'infiltration dans les zones qui font déjà l'objet d'une technique alternative de gestion des eaux pluviales (exemple : BV avenue des Saules) et dans lesquelles l'aménagement n'aggrave pas le coefficient de ruissellement de la zone.
- Pas d'infiltration des eaux pluviales dans les cas suivants :
 - o Faible perméabilité $< 3 \times 10^{-7} \text{ m/s}$: création d'ouvrages de rétention avant rejet au réseau :
 - Voie nouvelle 6a,
 - Voie nouvelle 6b,
 - o Zones accidentogènes : Rejet direct au réseau d'assainissement (zones exclues pour des raisons de maintenance des ouvrages) :
 - Carrefour Sémard/Locard,
 - Carrefour Locard/Rhône,
 - Carrefour Saules/Locard,
 - Carrefour Crancé/Rhône,
 - Carrefour Convention.
 - o Nappe haute obligeant la création d'ouvrages de très faibles épaisseurs : rejet direct au réseau d'assainissement : cas de la rue Louis Normand.
 - o Contraintes d'encombrement du sous-sol : Conservation du principe existant d'assainissement – rejet direct au réseau telles qu'au niveau des berges de l'Yzeron.

La gestion actuelle des eaux pluviales et la stratégie adoptée pour chacun des bassins versants sont répertoriés dans le tableau de synthèse, [Figure 28 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des bassins versants](#).

Nota : Le rejet au réseau d'assainissement n'est dans la majorité des cas pas dû à un manque de volume des ouvrages de gestion des eaux pluviales mais davantage à un débit de fuite trop faible (Surface d'infiltration trop petite ou perméabilité trop faible, en effet le débit de fuite = Surface*Perméabilité*0.5).

IV.2.7. Dimensionnement des ouvrages

Le tableau ci-après récapitule le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales pour chacun des bassins versants (BV), cf. [Figure 28 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des bassins versants](#).

Figure 28 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des bassins versants

NOM DU BV	SURFACE EN M2	GESTION ACTUELLE DES EP	COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT A L'ÉTAT EXISTANT	DÉBIT INITIAL EN L/S	OUVRAGES D'INFILTRATION	COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT A L'ÉTAT PROJETÉ	% DE DESIMPERMEABILISATION ENTRE EXISTANT ET PROJET	NPH EN M NGF	ALTIMÉTRIE DU POINT LE PLUS BAS DU BV - EN M NGF	DIFFÉRENCE ENTRE LE PLUS BAS DU BV ET NPHE 10 - EN M	ALTIMÉTRIE DE FOND DE L'OUVRAGE D'INFILTRATION - EN M NGF	DIFFÉRENCE ENTRE L'ALTIMÉTRIE DE FOND DE L'OUVRAGE D'INFILTRATION ET NPHE 10 - EN M	PERMÉABILITÉ RETENUE	SONDAGE RETENU	Sondages complémentaires	VOLUME D'EAU A STOCKER - 15 MM - EN M3	VOLUME D'EAU A STOCKER - 30 ANS - EN M3	OUVRAGE RETENU	VOLUME D'EAU RETENU DANS L'OUVRAGE - EN M3	TEMPS DE VIDANGE	DÉBIT PROJETÉ AU RÉSEAU EN L/S	DIFFÉRENCE DÉBIT EXISTANT ET PROJETÉ - EN L/S	SURFACE DÉCONNECTÉE - EN M2	CARACTÉRISTIQUES RACCORDEMENTS AU RÉSEAU	CONDITIONS D'ENTRETIEN ET DE MAINTENANCE
Quai Pierre Semard Nord	680	Récupération EP par grille au carrefour Quai Semard/Rue des Barbots et rejet réseau EU	0,9	29	NON : Ouvrage d'art	0,9	0%														29	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant
Berges de l'Yzeron Sud 1	1201	Récupération EP par grilles et récupération par canalisation D250 et rejet dans égout collecteur	0,9	52	NON : Contraintes du sous-sol encombré par les réseaux - Diminution du coefficient de ruissellement par le choix des matériaux	0,6	50%														35	-17	0	Conservation du raccordement existant sous les quais	Conservation existant
Berges de l'Yzeron Sud 2	1916	Récupération EP par grilles et récupération par canalisation D250 et rejet dans égout collecteur	0,9	83	NON : Contraintes du sous-sol encombré par les réseaux - Diminution du coefficient de ruissellement par le choix des matériaux	0,6	50%														55	-28	0	Conservation du raccordement existant sous les quais	Conservation existant
Berges de l'Yzeron Sud 3	2202	Récupération EP par grilles et récupération par canalisation D250 et rejet dans égout collecteur	0,9	95	NON : Contraintes du sous-sol encombré par les réseaux - Diminution du coefficient de ruissellement par le choix des matériaux	0,6	50%														63	-32	0	Conservation du raccordement existant sous les quais	Conservation existant
Berges de l'Yzeron Nord 1	1240	Récupération EP par grilles et récupération par canalisation D500	0,9	54	OUI : Création décaissé EV car compensation remblais dans cette zone	0,6	50%						2,07E-05	Moyenne des SC1, SC2 et SC3	X	19					0	-54	1240		
Berges de l'Yzeron Nord 2	6541	Récupération EP par grilles et récupération par canalisation D500	0,9	283	OUI : Création décaissé EV car compensation remblais dans cette zone	0,6	50%						2,07E-05	Moyenne des SC1, SC2 et SC3	X	98					0	-283	6541		
Avenue Jean Jaurès Nord	785	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire secondaire	0,9	34	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration avec rejet au réseau (nappe haute + surface d'infiltration faible)	0,83	8%	160,8	163,7	2,90	161,80	1,00	2,25E-05	Moyenne de SC3 et SC4		12	22	TI (25*2,5*1,2)	23	6	1	-33	0	Raccordement au réseau unitaire secondaire sur Rue du Bac	Sous stationnement. Accessible depuis stationnement ou voirie.
Avenue Jean Jaurès Sud	1332	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire secondaire	0,9	58	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration avec rejet au réseau (faible perméabilité et nappe haute)	0,85	6%	160,8	163,14	2,34	161,84	1,04	1,90E-06	SC6	X	20	28	TI (40*4*0.6)	29	44	7	-51	0	Raccordement au réseau unitaire secondaire sur Rue du Bac	Sous voirie. Accessible depuis voirie.
Rue Pierre Sépard 0	1054	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire primaire/secondaire	0,9	46	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,78	15%	160,8	164,29	3,49	162,19	1,39	7,00E-06	SC1	X	16	45	TI (56*2*1,4)	47	19	0	-46	1054		Sous stationnement. Accessible depuis stationnement ou voirie.
Rue Pierre Sépard 1	1326	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire	0,9	57	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,74	22%	160,8	164,29	3,49	162,09	1,29	7,00E-06	SC1		20	57	TI (51*2,5*1,5)	57	22	0	-57	1326		Sous stationnement. Accessible depuis

Carrefour Saules/Locard	344	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire secondaire	0,9	15	NON : Zone de carrefour	0,9	0%												15	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant	
Mail desserte Av. du Rhône	3386	Récupération des EP par grilles, gestion par bache de stockage et rejet à l'Yzeron par relevage	0,9	0	NON : Conservation de la bache de stockage existante - Pas de modification substantielle du plan masse et réduction coefficient de ruissellement par choix des matériaux	0,9	0%												0	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant	
Voie privée Sémard-Rhône	402	Pas d'informations	0,9	17	NON : Voie privée - A gérer dans le cadre du projet des lots privés	0,9	0%												17	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant	
Esplanade Ouest	1260	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire secondaire	0,9	54	NON : Conservation du principe de gestion existant - Aménagement de surface uniquement	0,9	0%												54	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant	
Place Métro Oullins	6119	Infiltration à la parcelle SYTRAL	0,9	0	NON : Conservation du principe de gestion à la parcelle existant - Aménagement de surface uniquement	0,9	0%												0	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant	
Parking Ouest VF	5270	Pas d'informations	0,8	203	NON : Conservation du principe de gestion existant - Aménagement de surface uniquement	0,8	0%												203	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant	
Gare routière	6122	Infiltration à la parcelle SYTRAL	0,9	0	NON : Conservation du principe de gestion à la parcelle existant - Aménagement de surface uniquement	0,9	0%												0	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant	
Parc sportif	5712	Infiltration à la parcelle SYTRAL	0,9	0	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,46	96%	160,8	163,7	2,90	162,45	1,65	7,80E-06	Moyenne de PM15 et SC7	X	86	117	Noe (98*5*0.15) + TS (98*4,7*1.1)	117	8	0	0	0	Sous EV. Inaccessible par engins. - Entretien des noues uniquement
Parc Sud	9615	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,6	0%	160,8	163,74	2,94	163,44	2,64	2,37E-06	Moyenne de SC8, PM14 et SC9	X	144	415	Noe (197*9*03)	446	55	0	0	0	Sous EV. Légère accessibilité par voie nouvelle 7. Entretien des noues uniquement
Avenue Rhône Prolongée	2128	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,82	-27%	160,8	163,89	3,09	162,04	1,24	2,00E-06	PM3		32	118	Noe (57*3.5*0.15) +TS (110*3.5*1,7)	122	63	0	0	0	Sous trottoir, EV et stationnement. Accessible depuis stationnement ou voirie
Voie Nouvelle 2	1485	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,72	-17%	160,8	163,6	2,80	161,80	1,00	1,95E-06	Moyenne de PM3 et SC6	X	22	66	Noe (108*3.5*0.1) + TI (70*3.5*1)	68	27	0	0	0	Sous cheminement Voie Nouvelle 2 et sous EV. Accessible par engins non réglementaire mais réalisable.

Voie Nouvelle 3	812	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,68	-12%	160,8	163,96	3,16	162,76	1,96	1,25E-06	Moyenne de SC6 et PM15	X	12	41	TS (83*3*1.1)	41	54	0	0	0		Noues sous EV. Accessible par engins non réglementaire mais réalisable.
Voie Nouvelle 4	1005	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration avec rejet au réseau (temps de vidange trop important) - Augmentation de la surface de l'ouvrage à étudier au PRO afin d'éviter le rejet au réseau	0,7	-14%	160,8	163,69	2,89	162,49	1,69	1,25E-06	Moyenne de SC6 et PM15	X	15	30	Noe (63*2.5*0.1) + TS (149*2*1.1)	61	45	1	1	0	Raccordement au réseau unitaire secondaire à créer	Sous cheminement Voie Nouvelle 4 et sous EV. Accessible par engins non réglementaire mais réalisable.
Voie Nouvelle 5	2350	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,55	9%	160,8	163,8	3,00	163,75	2,95	1,50E-05	SC7	X	35	32	Noe (105*10.5*0.1)	44	1	0	0	0		Noues sous EV. Accessible par engins non réglementaire mais réalisable.
Voie Nouvelle 6a	1051	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	NON : Tranchée rétention et rejet au réseau en raison de la faible perméabilité - débit de rejet important afin de diminuer le temps de vidange	0,8	-25%	160,8	163,79	2,99	163,69	2,89	1,00E-07	PM14	X	16	4	Noe (65*2*0.1) + TI (83*1,5*1)	46	67	29	29	0	Raccordement au réseau unitaire secondaire à créer	Sous EV et sous trottoir. Accessible depuis voirie.
Voie Nouvelle 6b	1289	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	NON : Tranchée rétention et rejet au réseau en raison de la faible perméabilité - débit de rejet important afin de diminuer le temps de vidange	0,55	9%	160,8	163,26	2,46	163,26	2,46	1,00E-07	PM14	X	19	3	TI (100*1,5*1)	45	71	25	25	0	Raccordement au réseau unitaire secondaire à créer	Sous cheminement Voie Nouvelle 6b et sous EV. Inaccessible par engins.
Voie Nouvelle 7	956	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,74	-19%	160,8	163,4	2,60	161,90	1,10	4,00E-06	SC9	X	14	40	Noe (14*2.5*0.1) + TI (88*1,9*0,8)	43	20	0	0	0		Sous EV et sous trottoir. Accessible depuis voirie.
Place Polyvalente	2458	Ruissellement sur la parcelle et infiltration dans terrain en place	0,6	0	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration avec rejet au réseau (temps de vidange trop important) - Augmentation de la surface de l'ouvrage à étudier au PRO afin d'éviter le rejet au réseau	0,59	2%	160,8	163,79	2,99	161,80	1,00	1,25E-06	Moyenne de SC6 et PM15	X	37	78	TI (76*5*1,2)	137	73	1	1	0		Sous Place Polyvalente et sous EV. Accessible par engins non réglementaire mais réalisable.
Dubois Crancé 1	1179	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire secondaire	0,9	51	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration avec rejet au réseau - Perméabilité faible + faible emprise pour ouvrage + nappe haute	0,82	10%	160,8	163,24	2,44	161,84	1,04	1,90E-05	SC5		18	27	Noe (8*1.8*0.1) + TS (8*1.8*1.2) + TI (60*1,9*0.7)	28	4	3	-48	0	Raccordement au réseau unitaire secondaire	Sous EV et sous trottoir. Accessible depuis voirie.
Carrefour Crancé/Rhône	538	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire secondaire	0,9	23	NON : Zone de carrefour	0,9	0%														23	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant
Dubois Crancé 2	705	Pas de réseau existant mais ruissellement vers les voiries perpendiculaires - Récupération des EP par grilles et rejet au	0,9	30	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration avec rejet au réseau - Perméabilité faible + faible emprise pour ouvrage + nappe haute	0,85	6%	160,8	163,56	2,76	161,86	1,06	1,05E-05	Moyenne de SC5 et SC6		11	22	TI (41*1.8*1)	22	10	1	-29	0	Raccordement au réseau unitaire secondaire	Sous trottoir. Accessible depuis voirie.

Placette Jaurès	1359	Pas d'informations	0,9	59	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,59	53%	160,8	163,29	2,49	161,80	1,00	1,90E-06	SC6	X	20	59	Noe (15*14*0.2) + TI (23*5*0,6)	60	51	0	-59	1359		Sous cheminement placette Jaurès et sous EV. Inaccessible par engins.	
Place Kellermann	2785	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire secondaire	0,9	120	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration	0,53	70%	160,8	163,29	2,49	161,89	1,09	1,90E-06	SC6	X	42	148	Noe (21*10*0.2) + TS (21*10*1.3) + TI (35*10*0,8)	153	51	0	-120	2785		Sous cheminement place Kellermann et sous EV. Accessible par engins non réglementaire mais réalisable.	
Rue Louis Normand	949	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire secondaire	0,9	41	OUI : Création d'ouvrages d'infiltration avec rejet au réseau	0,77	17%	160,8	162,9	2,10	161,80	1,00	1,90E-06	SC6	X	14	12	TI (54*2*0.4)	13	27	8	-33	0	Raccordement au réseau unitaire secondaire	Sous stationnement et sous EV. Accessible depuis stationnement ou voirie.	
Rue Elisée Reclus	1283	Récupération des EP par grilles et rejet au réseau unitaire secondaire	0,9	55	NON : Nappe haute dans le secteur - Ouvrage de très faible profondeur - Conservation du principe existant	0,65	38%														55	0	0	Conservation du raccordement existant	Conservation existant	
Total	111962		0,82	2197		0,74				2,73						999	1975			2261		762	-1435	18674		

Figure 29 : Plans de l'assainissement projeté



Aménagement de la ZAC La Saulaie à Oullins / La Mulatière

MAITRISE D'OUVRAGE
PHASE AVP

MAITRISE D'OUVRAGE
INGEROP

ILEX SAS

PRESENTS

PLAN DE GESTION DES EAUX PLUVIALES
 Secteur Nord

Int.	Date	États	Contenu	Modifications
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
I				
J				
K				
L				
M				
N				

Échelle: 1:500

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales sont représentés sur le plan des ouvrages de gestion des eaux pluviales, cf Figure 29 : Plans de l'assainissement projeté. L'annexe 5, en page 64, présente les coupes des différents ouvrages.

Les bilans du débit rejeté au réseau unitaire et des surfaces déconnectées sont les suivants :

Les bilans sont les suivants :

Etat existant		
Surface des BV avec rejet au réseau à l'existant	51878	46%
Surface des BV avec ruissellement à l'existant	24932	22%
Surface des BV avec une gestion alternative de gestion des EP	35152	31%
	111962	
Etat projeté		
Surface des BV avec conservation du principe de technique alternative existante	32892	29%
Surface des BV non gérées par technique alternative en raison de contraintes techniques	12682	11%
Surface des BV avec une gestion alternative de gestion des EP (100% infiltration)	46995	42%
Surface des BV avec une gestion alternative de gestion des EP (100% infiltration + rejet)	19393	17%
	111962	

IV.2.8. Re dimensionnement des ouvrages des gestion des eaux pluviales existants

En 2012, des ouvrages ont été réalisés sur l'avenue des Saules et la rue Locard. Ils ont été déclarés en juillet 2012 par le dossier de déclaration loi sur l'eau : Création d'une voie nouvelle et d'un mail de desserte dans le cadre du projet de pôle d'échanges multimodal d'Oullins – la Saulaie, Métropole de Lyon.

➤ Bassin versant LOCARD 1

Dans ce bassin versant, le projet crée une piste cyclable sur l'emprise de la noue existante, avenue Edmond Locard. Le volume de rétention généré par la noue n'est plus disponible. Il est nécessaire de vérifier si le massif infiltrant sous la noue est suffisamment dimensionné et si une reprise d'ouvrage est nécessaire.

Dans l'emprise du bassin versant Locard 1 et 2, la longueur du massif infiltrant existant est de 105 m selon les plans de recollement. Et, selon les données du dossier Loi sur l'Eau déjà réalisé dans la zone, les dimensions du massif infiltrant sont de 3,12 m (largeur) x 1,5 m (hauteur).

Figure 30 : Schéma de la noue, avenue Edmond Locard



En réutilisant les mêmes données que le dossier loi sur l'eau, on a :

- Perméabilité = 2×10^{-6} m/s,
- Surfaces d'infiltrations de l'ouvrage à savoir : surface du fond + 1/2 des parois latérales.

Mais en conservant les hypothèses suivantes :

- Coefficients de Montana actuels,
- Coefficient de sécurité de 0,5 sur la perméabilité,
- Coefficients de ruissellement des surfaces projetées.

Le volume à retenir pour une surface d'infiltration de l'ouvrage existant de 105x3,12x1,50 est de 296 m³ pour un volume retenu de 105x3,12x1,50x0,30 (indice de vide) = 147 m³.

L'ouvrage existant n'est donc pas suffisamment dimensionné et doit être repris dans le cadre du projet d'aménagement.

Ainsi, le volume à retenir pour une surface d'infiltration d'un ouvrage projeté de 105x6x1,50 est de 270 m³ pour un volume retenu de 105x6x1,50*0,30 (indice de vide) = 284 m³.

L'ouvrage est donc repris en largeur avec une dimension projetée de 105 m (longueur) x 6 m (largeur) x 1,50 m (hauteur).

➤ Bassin versant LOCARD 3

Les volumes des noues et du massif infiltrant sont conservés dans ce bassin versant. Le projet n'a que très peu d'impact par rapport au plan masse existant. Les matériaux choisis permettent de diminuer le coefficient de ruissellement de 0,76 (donnée du dossier loi sur l'eau de 2012) à 0,60 au projeté.

Les ouvrages dans ce bassin versant sont donc conservés sans redimensionnement.

➤ Bassin versant AVENUE DES SAULES

Les volumes des noues et du massif infiltrant sont conservés dans ce bassin versant. Le projet n'a que très peu d'impact par rapport au plan masse existant. Les matériaux choisis permettent de diminuer le coefficient de ruissellement de 0,71 (donnée du dossier loi sur l'eau de 2012) à 0,60 au projeté.

Les ouvrages dans ce bassin versant sont donc conservés sans redimensionnement.

IV.2.9. Parcours du moindre dommage

Afin de prendre en compte le parcours du moindre dommage, il a été déterminé le parcours du ruissellement des eaux pluviales pour une pluie supérieure à la pluie retenue pour le dimensionnement soit 30 ans. Lors d'évènement supérieur, les eaux rempliront les ouvrages de collecte puis déborderont sur les voiries.

En cas de pluie au-delà de la trentennale, il est accepté que les eaux ruissellent sur la chaussée. Il n'est donc pas prévu de mettre en œuvre des ouvrages sur tout le tracé afin d'éviter des ruissellements trop importants. Une part importante de ce ruissellement pourra tout de même être géré au niveau des carrefours, ceux-ci n'étant pas soumis à des dispositions particulières que cela soit en termes d'infiltration ou de limitation du débit de rejet. Ces carrefours sont toutefois ponctuels et n'empêchent pas l'accumulation des eaux pluviales aux points bas.

Sur la carte est présentée le cheminement de l'eau ainsi que les points bas où les eaux seront susceptibles de s'accumuler. Ce plan est en annexe 2, page 46.

IV.3. Zone d'inondation

La ZAC de la Saulaie s'inscrit en zone inondable du Rhône, dans le PPRI du Rhône aval. Elle concerne 4 zones du PPRI :

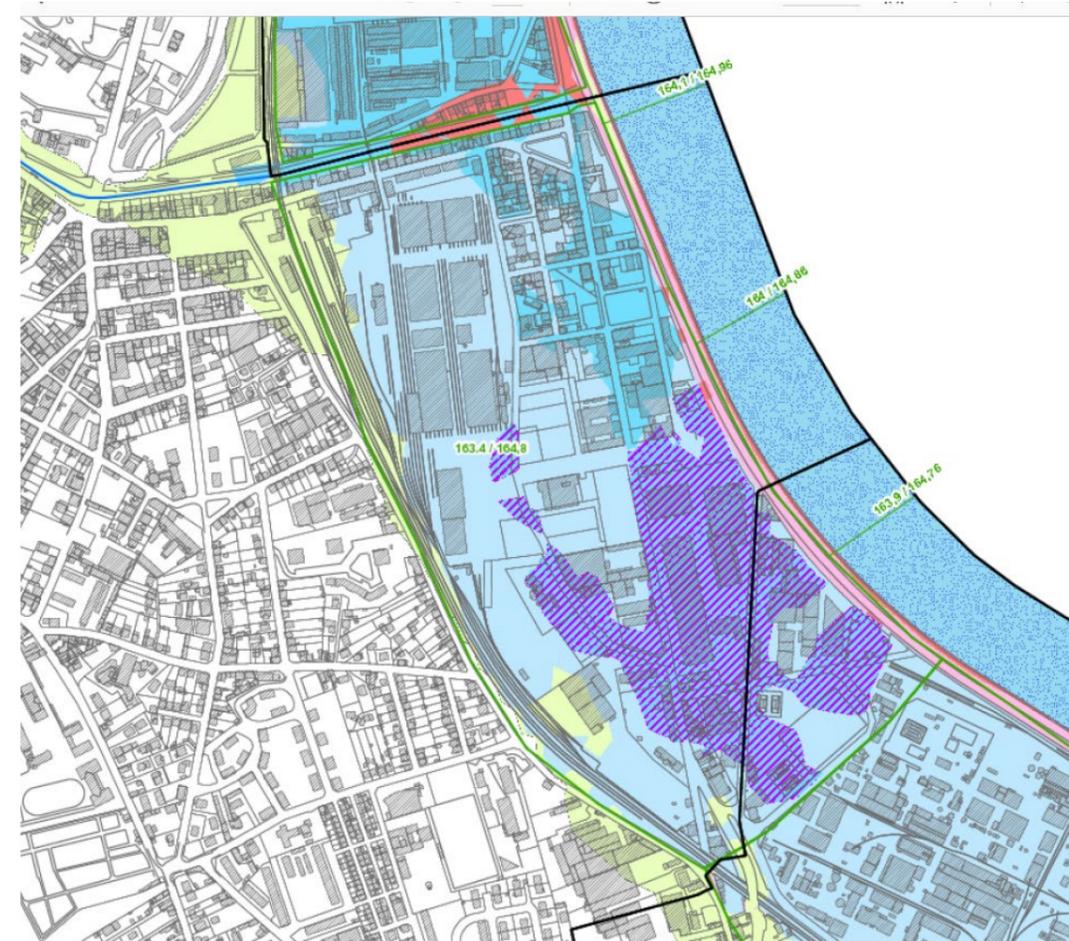
- Zone rouge R1 : secteur d'aléa fort d'aléas fort à moyen et inconstructible.
- Zone bleu foncé B1 : correspond aux secteurs urbanisés situés en zone d'aléa non fort pour une crue centennale.
- Zone Bleue violet B1i : correspond aux secteurs centraux urbanisés en bordure de Rhône situés en zone d'aléa non fort pour une crue centennale et en dehors de l'influence directe de l'Yzeron.
- Zone bleu clair B2 correspond à une partie du territoire, inondable à la crue exceptionnelle, dont l'enjeu principal est de réglementer l'implantation des établissements présentant les plus forts enjeux. **Elle délimite le champ d'inondation de la crue exceptionnelle au-delà du champ d'expansion de la crue centennale, en zone urbanisée.**

Le projet aura pour incidence de réaliser des remblais sur les zones B1, B1i et B2 pour la réalisation des chaussées et la construction de nouveaux bâtis ; il permettra également de déconstruire des habitations en zone rouge R1, zone d'aléa fort.

Dans l'objectif de présenter des solutions adéquates aux remblais en zone inondable, nous avons proposé de prendre en compte les compensations en volume de toutes les surélévations générées dans le projet, à savoir :

- les surélévations (remblais au-dessus du terrain naturel) générées en espaces publics en zones B1, B1i et B2 en dessous de la cote de la crue exceptionnelle.
- les surélévations (remblais au-dessus du terrain naturel) en zones B1 et B1i qui permettent de positionner les rez-de-chaussée des îlots bâtis au-dessus de la cote de la crue exceptionnelle.
- seuls 50 % des surélévations du bâti seront pris en compte (la proposition formulée par l'architecte TVK consiste à installer des espaces extérieurs sous porche, donc transparents hydrauliquement, situés au niveau du terrain naturel, et dans lequel sont situés les escaliers et rampes qui permettent de monter au niveau du premier plancher surélevé).

Figure 31 : Zonages du PPRI du Rhône aval



Z crue centennale	163,4
Z crue exceptionnelle	164,8

Surélévations (remblais) générées en espaces publics en zones B1, B1i et B2 en dessous de la côté de crue exceptionnelle

Surfaces pour lesquelles Z projet > Q1000 et > TN et TN<Q1000 : non pris en compte dans le bilan global car Z>Q1000

Surface	38 m ²
Volume	15,2 m ³

Surfaces pour lesquelles Z projet < Q1000 et > TN : remblais

	Epaisseur moyenne du remblais	Surface	Volume
	0,14	4361	610,54
noue parking du parc relais	0,20	219	43,8
noue Av Ed. Locard	0,60	412	247,2
Total		4992	901,54
		m²	m³

Surélévations (remblais) générées en ilots construits en zones B1, B1i en dessous de la côté de crue exceptionnelle

Bâtiment - Zones de remblais	Surface existante TVK	Surface projet TVK	Epaisseur moyenne du remblais	Volume de remblais	50% du volume de remblais calculé
Zone 1 (bord Sud Yzeron)	497	491	1,5	-9	0
Zone 2 (Nord rue D. Crancé)	308	326	1,4	25,2	12,6
Zone 3 (face place Kellermann)	0	663	1,5	994,5	497,25
Zone 4 (carrefour D. Crancé / Av. des Saules)	0	683	0,8	546,4	273,2
Zone 5 (carrefour D. Crancé / Av. Locard)	0	137	1,1	150,7	75,35
Zone 6 (Sud rue D. Crancé)	2023	2473	1,6	720	360
total	2828	4773		2427,8	1218,4
	m²	m²	m	m³	m³

Volume remblais Batiment = (Surf Projet TVK - Surf existant TVK) x (Zq1000-Ztn)

Volume total de remblais (espaces publics + ilots bâtis) =	2135,14 m ³
---	-------------------------------

Les aménagements vont par ailleurs générer des déblais sur des secteurs donnés à hauteur de :

Surfaces pour lesquelles Z projet < Q1000 et < TN : déblais	Epaisseur moyenne du remblais	surface	volume
	0,14	608	85,12
	0,60	870	522
Total		1478	607,12
		m²	m³

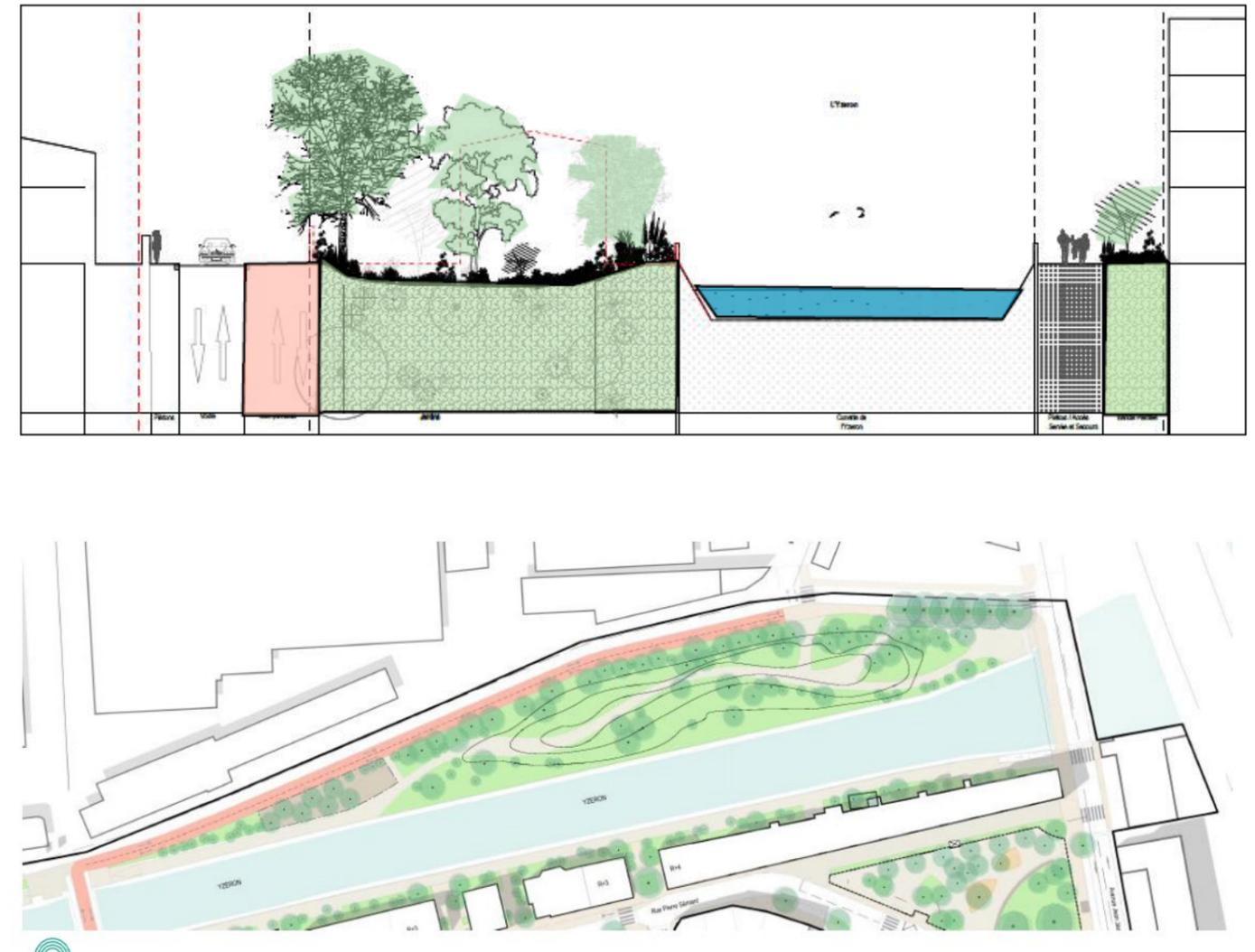
Ainsi le volume de remblai en zone inondable est de 1528 m³.

Ainsi une dépression de 1600 m³ est générée dans le parc de la rive gauche de l'Yzeron, située en zone R1 du PPRI pour un besoin de compensation de 1528 m³.

Ainsi, cette dépression de 1528 m³ sera générée dans le parc de la rive gauche de l'Yzeron. Le décaissement sera réalisé sur une surface de l'ordre de 3200 m², avec un décaissement maximal de 0,8 m maximale. Des pentes douces seront aménagées au niveau du parc pour la réalisation de ce décaissement.

De plus, un léger décaissement est prévu au niveau du square Jean Jaurès sur une surface de l'ordre de 500 m² et sur une hauteur moyenne d'environ 0,6 m.

Figure 32 : Plan de la zone de compensation



IV.4. Analyse des alternatives

La ZAC de la Saulaie se situe en site urbain dense, avec peu de possibilité de rejet au milieu naturel. Le choix de l'infiltration est de plus, défini par le règlement du PLU-H.

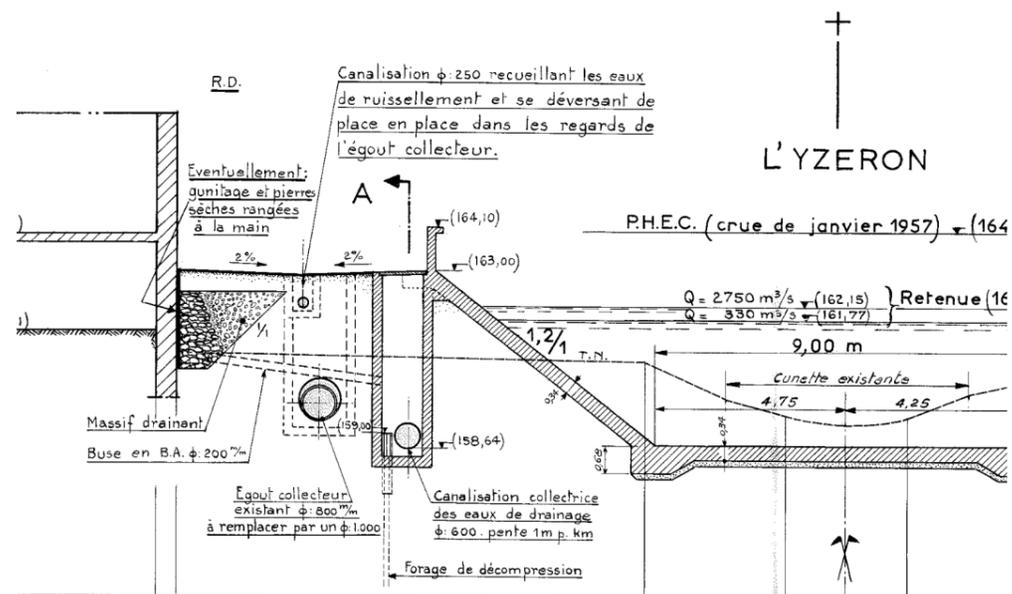
Par contre, il a été fait le choix de proposer une infiltration localisée au plus proche des voiries et non de proposer la réalisation de grands bassins d'infiltration localisés à plusieurs endroits de la ZAC. Il a été fait le choix de réinfiltrer sur l'ensemble du site et non en quelques points, facilitant l'infiltration et l'alimentation générale du sol.

La mise en œuvre de ces noues d'infiltration permet une gestion quantitative des eaux pluviales puisqu'elle permet le stockage, l'évapotranspiration, l'infiltration des eaux de ruissellement et éventuellement l'évacuation à débit régulé, gestion type jardin de pluie sur l'ensemble de la ZAC.

Pour le bassin versant des berges de l'Yzeron, la densité de réseaux sous le trottoir ne permet pas la mise en œuvre d'ouvrages d'infiltration.

Un rejet direct à l'Yzeron nécessiterait l'ouverture du parapet entouré en rouge sur l'extrait ci-après. Le parapet a été conçu pour contenir le niveau des plus hautes eaux connues de l'Yzeron de janvier 1957. L'hypothèse de percement du parapet et donc un rejet à l'Yzeron n'a pas été retenu.

Figure 33 : Coupe de l'existant au droit de l'Yzeron



IV.5. Eaux usées

La Métropole de Lyon s'appuie sur un Schéma Général d'Assainissement (SGA) adopté en juillet 2015, afin de fixer les grandes orientations de gestion des eaux usées et des eaux pluviales jusqu'en 2027. Le SGA 2015-2027 permet d'identifier et d'objectiver les actions prioritaires à mener à l'échelle locale, afin de :

- limiter les dépenses publiques,
- améliorer le cadre de vie des habitants,
- améliorer la qualité de l'environnement.

Ainsi, la Métropole de Lyon assure la collecte, le transport et le traitement des eaux usées et parfois industrielles et/ou pluviales produites par l'ensemble des communes membres.

Les communes rattachées à la Métropole sont équipées d'un réseau collectif d'assainissement. Compte tenu de son ancienneté, le réseau collectif d'assainissement de la Métropole de Lyon est principalement composé de canalisations d'assainissement unitaire. Le mode séparatif est toutefois en progression, les nouvelles opérations d'aménagement et le renouvellement urbain permettant de mettre en place un système séparatif eaux usées/eaux pluviales.

L'assainissement en eaux usées est réalisé en 8 bassins versants, chacun équipé d'une station d'épuration ou plus, soit un total de 12 stations. Le site d'étude appartient au secteur « Sud-ouest » et est rattaché au bassin versant de la Station d'EPuration de Pierre – Bénite.

La STEP de Pierre-Bénite a été mise en service en 1972 et rénovée en 2006. Elle est conforme en performance en 2014. La station de Pierre-Bénite, usine de très grande capacité, est l'une des plus grandes stations de la Métropole de Lyon, avec un débit de référence de 300 000 m³ par jour. Combinée à la station de Saint-Fons, elle traite plus de 95% des effluents de la Métropole.

Cette station collecte ainsi les eaux usées de plus de 37 communes, soit l'équivalent de 482 000 habitants raccordés en 2014 (avec un taux de raccordement de 96%). Elle dispose d'une capacité totale de traitement de l'ordre de 950 000 EH, ce qui lui permettra d'absorber la hausse de population raccordée prévue (563 000 habitants raccordés en 2030).

Le nombre d'équivalents habitants supplémentaires au droit de la zone est de l'ordre de 3200 EH, hors équipements publics et besoins spécifiques, correspondant à 2000 nouveaux habitants et environ 3500 employés.

Les eaux usées de la ZAC de la Saulaie seront dirigées vers cette station d'épuration.

IV.6. Eau potable

L'eau potable de l'agglomération provient essentiellement des nappes souterraines alimentées par le Rhône et captées dans la zone de Crépieux-Charmy. Ce champ captant est le plus vaste d'Europe. Il est situé en limite nord de Villeurbanne et abrite 114 puits ou forages qui fournissent plus de 90 % de l'eau produite dans la Métropole de Lyon, soit 300 000 m³ par jour.

La desserte en eau potable du site d'étude est assurée en lien avec le réseau de voirie, et présente une hiérarchisation similaire à celle des réseaux d'assainissement.

V. RUBRIQUES CONCERNEES AU TITRE DE L'ARTICLE L.214-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Au vu des caractéristiques des aménagements, le projet nécessite une **procédure d'autorisation** au titre de la Loi sur l'Eau.

N° Rubrique	Intitulé	Critère d'évaluation	Régime du projet
1.1.1.0	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau :	Les promoteurs en fonction des projets, sont susceptibles de faire des demandes spécifiques pour rabattement de nappe ou sondages pour la réalisation des fondations des bâtiments et des parkings souterrains.	Non concerné
1.1.2.0	Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant : 1° Supérieur ou égal à 200 000 m ³ / an (A) ; 2° Supérieur à 10 000 m ³ / an mais inférieur à 200 000 m ³ / an (D).	À ce stade cette information n'est pas connue. Les travaux sur les espaces publics n'impliquent pas de rabattement de nappe.	Non concerné
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : 1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ; 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).	La surface de la ZAC de la Saulaie est de 20,88 ha.	Autorisation
3.1.4.0.	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).	Pas d'intervention au niveau des berges de l'Yzeron.	Non concerné
3.2.2.0.	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m ² (A) ; 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m ² et inférieure à 10 000 m ² (D). Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.	Le projet entraîne une zone de remblai en zone inondable de 6275 m ² .	Déclaration

N° Rubrique	Intitulé	Critère d'évaluation	Régime du projet
3.3.1.0.	Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant : 1° Supérieure ou égale à 1 ha (A) ; 2° Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D).	Les aménagements ne présentent pas de travaux dans des zones humides.	Non concerné
5.1.1.0.	Réinjection dans une même nappe des eaux prélevées pour la géothermie, l'exhaure des mines et carrières ou lors des travaux de génie civil, la capacité totale de réinjection étant : 1° Supérieure ou égale à 80 m ³ / h (A) ; 2° Supérieure à 8 m ³ / h, mais inférieure à 80 m ³ / h (D).	Les promoteurs en fonction des projets, définiront leurs méthodologies en phase de préparation de chantier et, sont susceptibles de faire des demandes spécifiques pour réinjection dans la nappe. Les eaux d'exhaure en phase travaux ne seront par ailleurs pas acceptées en réinjection dans le réseau d'assainissement.	Non concerné

Les arrêtés de prescriptions applicables aux rubriques visées sont les suivants :

- **1.1.1.0 : Arrêté du 11 septembre 2003** portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du Code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié,
- **3.1.4.0 : Arrêté du 13 février 2002** fixant les prescriptions générales applicables aux consolidations, traitements ou protections de berges soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du Code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.1.4.0 (2°) de la nomenclature annexée décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.

VI. MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION

VI.1. Suivi du management environnemental en phase chantier

Le projet fait l'objet d'une démarche de suivi environnemental durant les travaux, amorcée dès la phase d'étude.

Aussi, afin de s'assurer de la prise en compte de l'environnement, le plus en amont possible dans les procédures de consultation des entreprises, les marchés de travaux intégreront des clauses destinées à prendre en compte les enjeux d'environnement et le cadre de vie pendant le chantier.

Toutes les prescriptions relatives à la protection de l'environnement en phase chantier seront détaillées dans un Plan de Respect de l'Environnement (PRE).

Si nécessaire une coordination environnementale sera mise en œuvre. Une personne qualifiée sera désignée par la Maîtrise d'œuvre comme Responsable Environnement. Il fera partie intégrante de l'encadrement général du chantier sous la Direction des Travaux.

Son rôle consiste à minima à :

- Planifier et coordonner la prise en compte de l'environnement (orientations, communications, procédures, plans, aménagements spécifiques, dispositifs de protection, ...),
- Faire respecter les engagements et les procédures, ainsi qu'encadrer la réalisation,
- Vérifier et mesurer les écarts (constats, fiches de visite, ...) vis-à-vis des engagements en faveur de l'environnement,
- Agir, suivre et mettre en place des améliorations, notamment le traitement des non-conformités (actions préventives ou correctives, ou mesures curatives),
- Partager et faire connaître les bonnes pratiques,
- Réaliser un reporting au Maitre d'ouvrage sur le suivi du chantier,
- Alerter en cas de problèmes.

VI.2. Surveillance et entretien des ouvrages d'assainissement

✓ Réception des ouvrages

Le maître d'ouvrage assurera la réalisation et le contrôle de l'exécution des ouvrages de gestion des eaux pluviales et veillera à leur accessibilité ultérieure pour faciliter la surveillance et l'entretien par une hydrocureuse.

✓ Surveillance et entretien

Les dispositifs de collecte et d'infiltration seront régulièrement contrôlés. Les visites d'inspection seront effectuées, à minima une fois par trimestre et/ou après chaque pluie d'occurrence annuelle, pendant les deux premières années. Les fréquences seront ajustées en fonction des observations ensuite.

Une visite sera effectuée après la première pluie d'orage afin de valider le bon fonctionnement de l'ouvrage.

Il assurera la surveillance et l'entretien de l'ouvrage concerné par la présente étude. Une fois les ouvrages intégrés dans le SIG, le suivi sera réalisé à l'aide d'une GMAO pour l'entretien et les actions réalisées. Il tiendra un carnet de suivi des entretiens réalisés et des différents contrôles. En cas de transfert de responsabilité, le maître d'ouvrage initial s'engage à en informer le service de la police de l'eau

Une fois les ouvrages intégrés dans le SIG, le suivi sera réalisé et toutes les opérations de surveillance et d'entretien hydraulique seront tracées et attachées à chaque ouvrage. En cas de transfert de responsabilité, le maître d'ouvrage initial s'engage à en informer le service de la police de l'eau.

La pérennité du bon fonctionnement hydraulique du dispositif dépendra de l'entretien régulier de ces ouvrages.

Les noues et les tranchées d'infiltration seront contrôlées après chaque orage afin de déceler tout colmatage du lit filtrant et de réaliser des opérations de décolmatage.

En cas de pollution accidentelle dans les noues et bassin, des analyses de sédiments seront réalisées et si les seuils d'acceptabilité sont dépassés, les matériaux souillés seront évacués selon la filière appropriée et les ouvrages réaménagés à l'identique.

L'entretien permettra d'assurer la pérennité des ouvrages et il favorisera l'acceptabilité des ouvrages par le public et les riverains. Dans tous les cas, il sera évité toutes nuisances visuelles (flottants) et olfactives.

L'entretien comprend les opérations suivantes :

- Ramassage régulier des flottants,
- Entretien ouvrages enherbés,
- Contrôle de la végétation et notamment développement d'espèces invasives.

La fréquence de l'entretien sera adaptée en fonction des saisons et des précipitations. La Métropole de Lyon n'utilise plus de produits phytosanitaires pour l'entretien de l'espace public depuis le 1er janvier 2017 et souhaite l'arrêt de l'usage de pesticides. Les mêmes principes s'appliqueront sur la ZAC de la Saulaie.

VI.3. Intervention en cas de pollution accidentelle

✓ En phase chantier

En cas de pollution accidentelle par déversement de produits polluants en phase chantier, les mesures curatives seront mises en œuvre en concertation avec la direction des services compétents de l'État, en particulier de la Préfecture, de la Protection Civile et du Service départemental d'Incendie et de Secours, en veillant à la sécurité des usagers, des riverains et des personnels d'intervention.

Le principe de base est de confiner les produits polluants pour permettre leur récupération et leur traitement en fonction de la nature des produits.

✓ En phase exploitation

En cas de pollution accidentelle (accident de la circulation), l'exploitant sera en mesure :

- De faire appel au service des pompiers pour tenter de bloquer la pollution par pose d'absorbant dans l'ouvrage.
- De vidanger ces eaux et les véhiculer vers un centre de traitement adapté,
- De réaliser une analyse des sédiments dans l'ouvrage pour connaître le taux de polluant
- Si nécessaire d'effectuer l'enlèvement des plantes et des couches de sol polluées au droit des noues,
- Puis d'effectuer une recharge par un matériau sain et une replantation.

I. ANNEXES

I.1. Annexe 1 : Plans des bassins versants





I.2. Annexe 2 : Parcours du moindre dommage



I.3. Annexe 3 : étude perméabilité, GINGER CEBTP, septembre 2022

Une étude a été réalisée par GINGER CEBTP en septembre 2022 incluant les tests de perméabilité. Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, des essais de perméabilité de type Nasberg à niveau variable ont été réalisés dans les sondages carottés SC1 à SC9 :



Ginger CEBTP - Agence de LYON
Affaire : OULLINS - ZAC DE LA SAULAIE - CHAUSSEE

Type d'essai	Formation / Nature du sol	Sondage	Profondeur de l'essai (m/TA)	Coefficient K		Degré de perméabilité
				m/s	mm/h	
NASBERG	1 b - Grave sableuse	SC1	3.0 – 4.0	7.0×10^{-6}	25.2	Faible
	1 b - Sables limono-graveleux	SC2	3.0 – 4.0	4.0×10^{-6}	144.0	Assez élevée
	1 b - Sables grossiers graveleux	SC3	2.0 – 3.0	1.5×10^{-6}	54.0	Assez élevée
	1 a - Sables moyen à grossier à galets	SC4	3.0 – 4.0	3.0×10^{-6}	108.0	Assez élevée
	2 a - Sables grossiers graveleux	SC5	3.0 – 4.0	1.9×10^{-6}	68.4	Assez élevée
	2 a - Sables moyens à fins	SC6	3.0 – 4.0	1.6×10^{-6}	5.8	Faible
	2 a - Sables fins à graveleux	SC7	3.0 – 4.0	1.5×10^{-6}	54.0	Assez élevée
	2 a - Sables limono-graveleux	SC8	3.0 – 4.0	3.0×10^{-6}	10.8	Faible
	1 b / 2 a - Sables grossiers graveleux	SC9	3.0 – 4.0	4.0×10^{-6}	14.4	Faible

Nous rappelons également ci-après les résultats des essais de perméabilité de type MATSUO et LEFRANC menés dans les pelles et carottés en 2021 :

Type d'essai	Formation / Nature du sol	Sondage	Profondeur de l'essai (m/TA)	Coefficient de perméabilité K		Degré de perméabilité
				m/s	mm/h	
MATSUO	1 b - Sables limono-graveleux	PM.1	2.1	8×10^{-6}	21.6	Faible
	1 b - Sables limoneux	PM.3	2.1	2×10^{-6}	7.2	Faible
LEFRANC	1 b / 2 a - Sableux limoneux à graveleux	PM.13	3.0 – 4.0	2×10^{-6}	21.6	Faible
	1 b / 2 a - Sable fin argileux à grossier	PM.14	2.5 - 3.0	1×10^{-7}	0.4	Très faible
	2 a - Sable argileux moyen à grossier	PM.15	2.6 - 4.0	6×10^{-7}	2.2	Très faible

Il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité sur une surface très limitée par rapport au terrain étudié. La perméabilité peut être relativement hétérogène d'un point à un autre du site. Des variations latérales ne sont donc pas exclues.

Les rapports d'essais d'infiltration sont affichés en annexe 6.



Ginger CEBTP - Agence de LYON
Affaire : OULLINS - ZAC DE LA SAULAIE - CHAUSSEE

Nature	Ordre de grandeur de k en m/s	Degré de perméabilité
Graviers moyens à gros	10^{-3} à 10^{-1}	très élevé
Petits graviers, sable	10^{-3} à 10^{-5}	assez élevé
Sable très fin, sable limoneux, loess	10^{-5} à 10^{-7}	faible
Limon, argile silteuse	10^{-7} à 10^{-9}	très faible
Argile	10^{-9} à 10^{-12}	pratiquement imperméable

Ordre de grandeur du coefficient de perméabilité des sols

Les essais d'infiltrations MATSUO montrent des perméabilités variables au sein des remblais de nature hétérogène (très faible à assez élevée). Dans notre secteur, elle est faible pour les remblais avec un faciès limoneux (PM.1 et PM.3).

Les essais LEFRANC montrent des perméabilités faibles à très faibles au sein des remblais et alluvions molles.

Les essais NASBERG dans les sondages carottés SC1 à SC9 montrent une perméabilité assez élevée à faible des alluvions entre 3.0 et 4.0 m/TA.

A noter que l'étude d'impact relève des perméabilités variables mais en moyenne assez faibles (de l'ordre de 10^{-5} m/s) dans le secteur de l'avenue Edmond Locard et de l'Avenue des Saules.





Ginger CEBTP - Agence de LYON
Affaire : OULLINS - ZAC DE LA SAULAIE - CHAUSSEE



MESURE DE PERMEABILITE type Nasberg injection à niveau variable

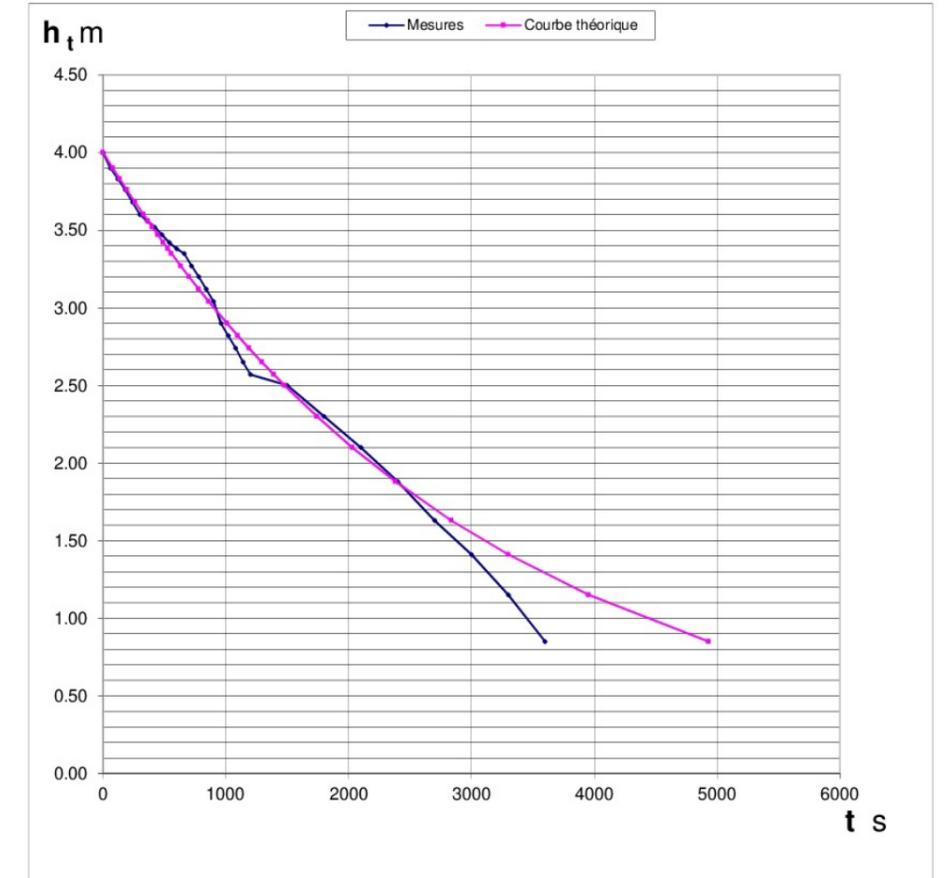
GINGER CEBTP			
Affaire : OULLINS - perméabilités	Sondage : SC1	Essai N° : 1	
Dossier : RLY2.L.L165-2	Date: 25.04.22	Nature du sol : Grave sableuse grise et galets	

Aire intérieure du tubage :	S= 0.0075 m ²	Cote du tubage /TN :	Ht= 0.20 m
		Charge initiale :	h0= 3.50 m
Débit d'apport :	Qa= 0.00E+00 m ³ /s	Cavité	L= 1.00 m
			B= 0.114 m
			m= 19
Tubage :	Diam = 98/114 mm		
Cavité de :	Prof sup = 3.00 m		
	Prof inf = 4.00 m	Niveau d'eau en forage :	100.00 m

ANNEXE 6 – RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE

MESURES	
t(s)	Z (m)
0	0.00
60	0.10
120	0.17
180	0.24
240	0.32
300	0.40
360	0.44
420	0.48
480	0.53
540	0.58
600	0.62
660	0.65
720	0.73
780	0.80
840	0.88
900	0.96
960	1.10
1020	1.18
1080	1.26
1140	1.35
1200	1.43
1500	1.50
1800	1.70
2100	1.90
2400	2.12
2700	2.37
3000	2.59
3300	2.85
3600	3.15

Coefficient de PERMEABILITE : $k= 7.0E-06$ m/s





MESURE DE PERMEABILITE type Nasberg injection à niveau variable

GINGER CEBTP			
Affaire : OULLINS - perméabilités	Sondage : SC2	Essai N° : 1	
Dossier : RLY2.L.L165-2	Date: 29.04.2022	Nature du sol :Sable grossier beige et galets	
Aire intérieure du tubage :	S= 0.0075 m2	Cote du tubage /TN :	Ht= 0.50 m
Débit d'apport :	Qa= 0.00E+00 m3/s	Charge initiale :	h0= 3.50 m
		Cavité	L= 1.00 m
Tubage :	Diam = 98/114 mm		B= 0.114 m
			m= 19
Cavité de :	Prof sup = 3.00 m	Niveau d'eau en forage :	100.00 m
	Prof inf = 4.00 m		

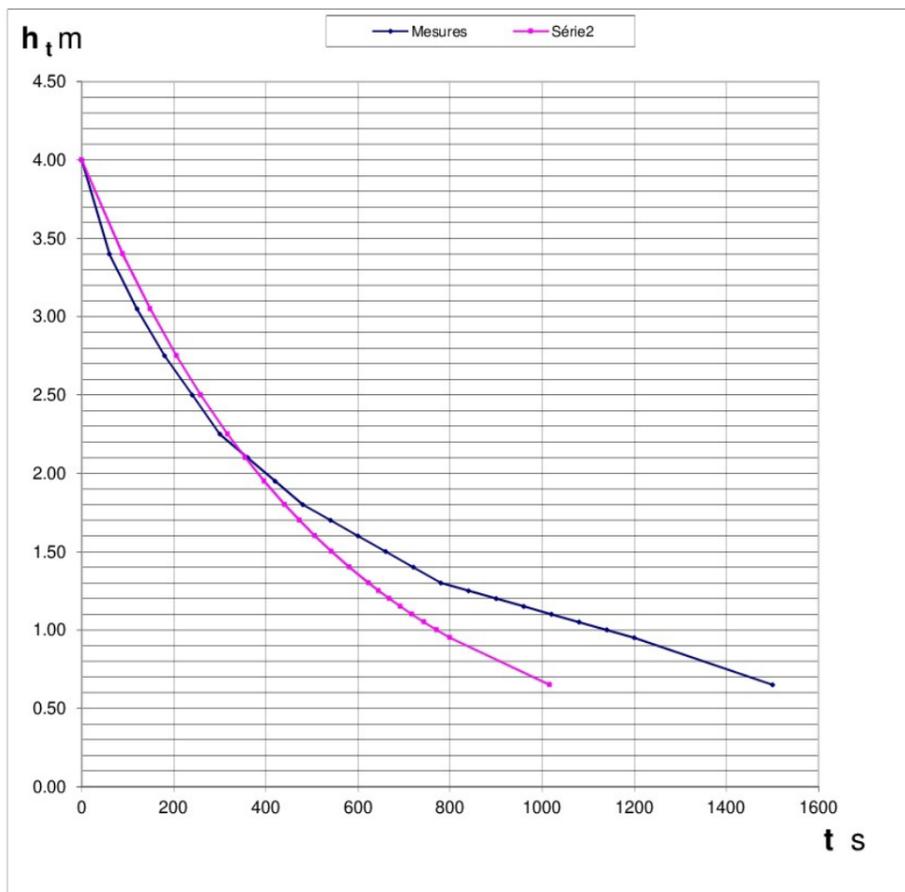


MESURE DE PERMEABILITE type Nasberg injection à niveau variable

GINGER CEBTP			
Affaire : OULLINS - perméabilités	Sondage : SC3	Essai N° : 1	
Dossier : RLY2.L.L165-2	Date: 26.04.22	Nature du sol : Sable grossier beige	
Aire intérieure du tubage :	S= 0.0075 m2	Cote du tubage /TN :	Ht= 0.20 m
Débit d'apport :	Qa= 0.00E+00 m3/s	Charge initiale :	h0= 2.50 m
		Cavité	L= 1.00 m
Tubage :	Diam = 98/114 mm		B= 0.114 m
			m= 19
Cavité de :	Prof sup = 2.00 m	Niveau d'eau en forage :	100.00 m
	Prof inf = 3.00 m		

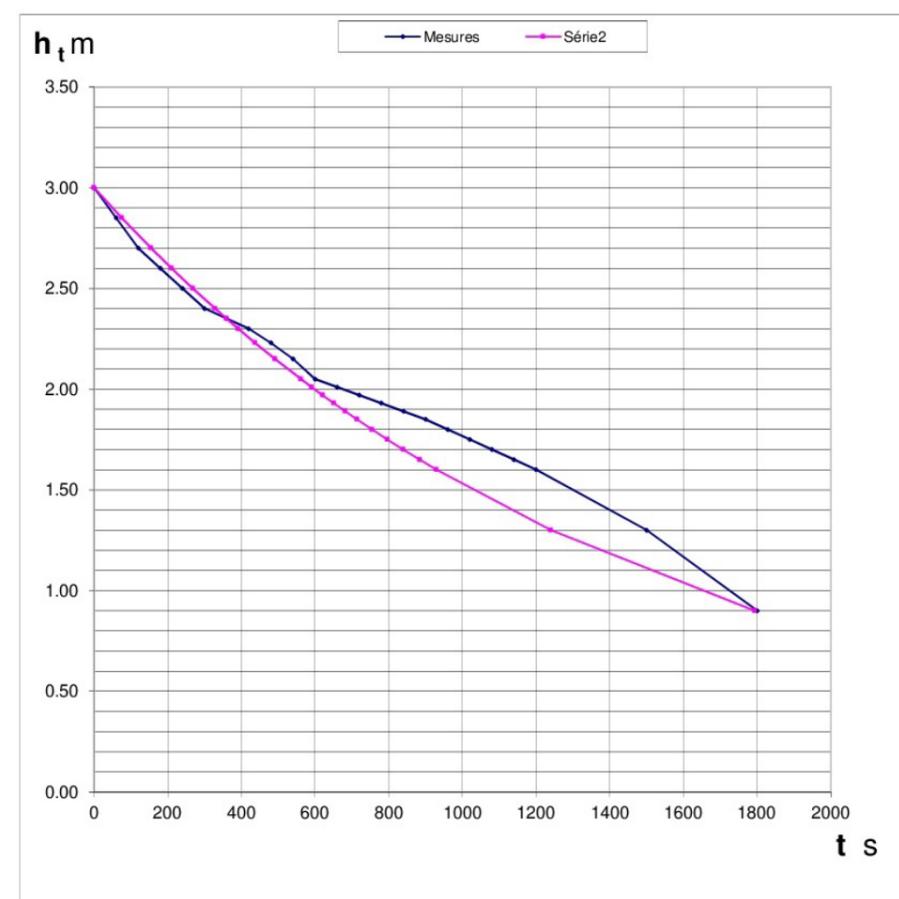
MESURES	
t(s)	Z (m)
0	0.00
60	0.60
120	0.95
180	1.25
240	1.50
300	1.75
360	1.90
420	2.05
480	2.20
540	2.30
600	2.40
660	2.50
720	2.60
780	2.70
840	2.75
900	2.80
960	2.85
1020	2.90
1080	2.95
1140	3.00
1200	3.05
1500	3.35

Coefficient de PERMEABILITE : k= 4.0E-05 m/s



MESURES	
t(s)	Z (m)
0	0.00
60	0.15
120	0.30
180	0.40
240	0.50
300	0.60
360	0.65
420	0.70
480	0.77
540	0.85
600	0.95
660	0.99
720	1.03
780	1.07
840	1.11
900	1.15
960	1.20
1020	1.25
1080	1.30
1140	1.35
1200	1.40
1500	1.70
1800	2.10

Coefficient de PERMEABILITE : k= 1.5E-05 m/s





LYON-E166 V0

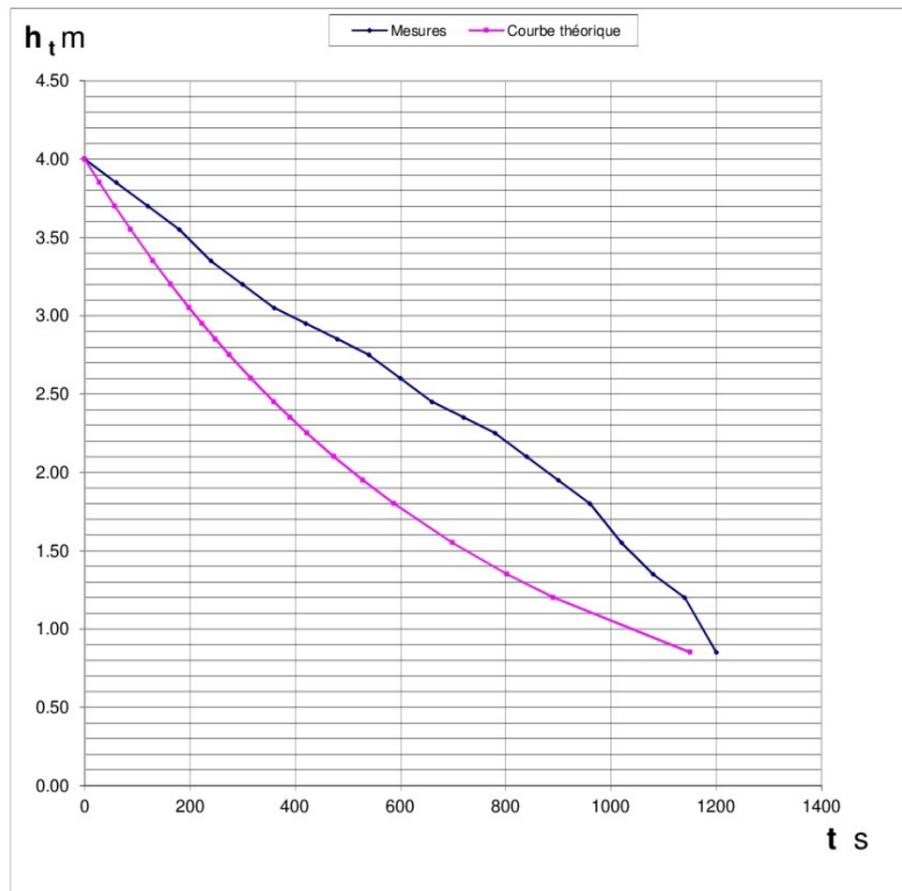
MESURE DE PERMEABILITE type Nasberg injection à niveau variable

GINGER CEBTP			
Affaire : OULLINS - perméabilités	Sondage : SC4	Essai N° : 1	
Dossier : RLY2.L.L165-2	Date: 25.04.22	Nature du sol : Sable moyen à grossier marron et galets	

Aire intérieure du tubage :	S= 0.0075 m ²	Cote du tubage /TN :	Ht= 0.50 m
Débit d'apport :	Qa= 0.00E+00 m ³ /s	Charge initiale :	h0= 3.50 m
Tubage :	Diam = 98/114 mm	Cavité	L= 1.00 m
Cavité de :	Prof sup = 3.00 m		B= 0.114 m
	Prof inf = 4.00 m	m= 19	
		Niveau d'eau en forage :	100.00 m

MESURES	
t(s)	Z (m)
0	0.00
60	0.15
120	0.30
180	0.45
240	0.65
300	0.80
360	0.95
420	1.05
480	1.15
540	1.25
600	1.40
660	1.55
720	1.65
780	1.75
840	1.90
900	2.05
960	2.20
1020	2.45
1080	2.65
1140	2.80
1200	3.15

Coefficient de PERMEABILITE : k= 3.0E-05 m/s



LYON-E166 V0

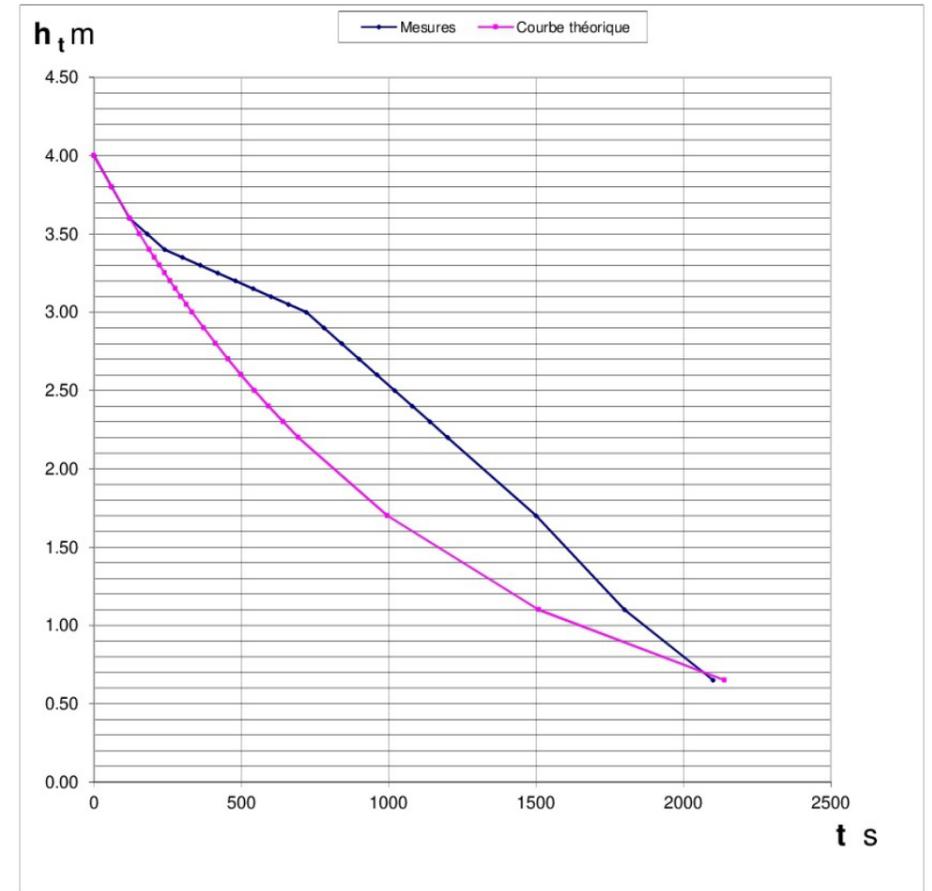
MESURE DE PERMEABILITE type Nasberg injection à niveau variable

GINGER CEBTP			
Affaire : OULLINS - perméabilités	Sondage : SC5	Essai N° : 1	
Dossier : RLY2.L.L165-2	Date: 26.04.22	Nature du sol : Sable fin à grossier marron à beige	

Aire intérieure du tubage :	S= 0.0075 m ²	Cote du tubage /TN :	Ht= 0.50 m
Débit d'apport :	Qa= 0.00E+00 m ³ /s	Charge initiale :	h0= 3.50 m
Tubage :	Diam = 98/114 mm	Cavité	L= 1.00 m
Cavité de :	Prof sup = 3.00 m		B= 0.114 m
	Prof inf = 4.00 m	m= 19	
		Niveau d'eau en forage :	100.00 m

MESURES	
t(s)	Z (m)
0	0.00
60	0.20
120	0.40
180	0.50
240	0.60
300	0.65
360	0.70
420	0.75
480	0.80
540	0.85
600	0.90
660	0.95
720	1.00
780	1.10
840	1.20
900	1.30
960	1.40
1020	1.50
1080	1.60
1140	1.70
1200	1.80
1500	2.30
1800	2.90
2100	3.35

Coefficient de PERMEABILITE : k= 1.9E-05 m/s





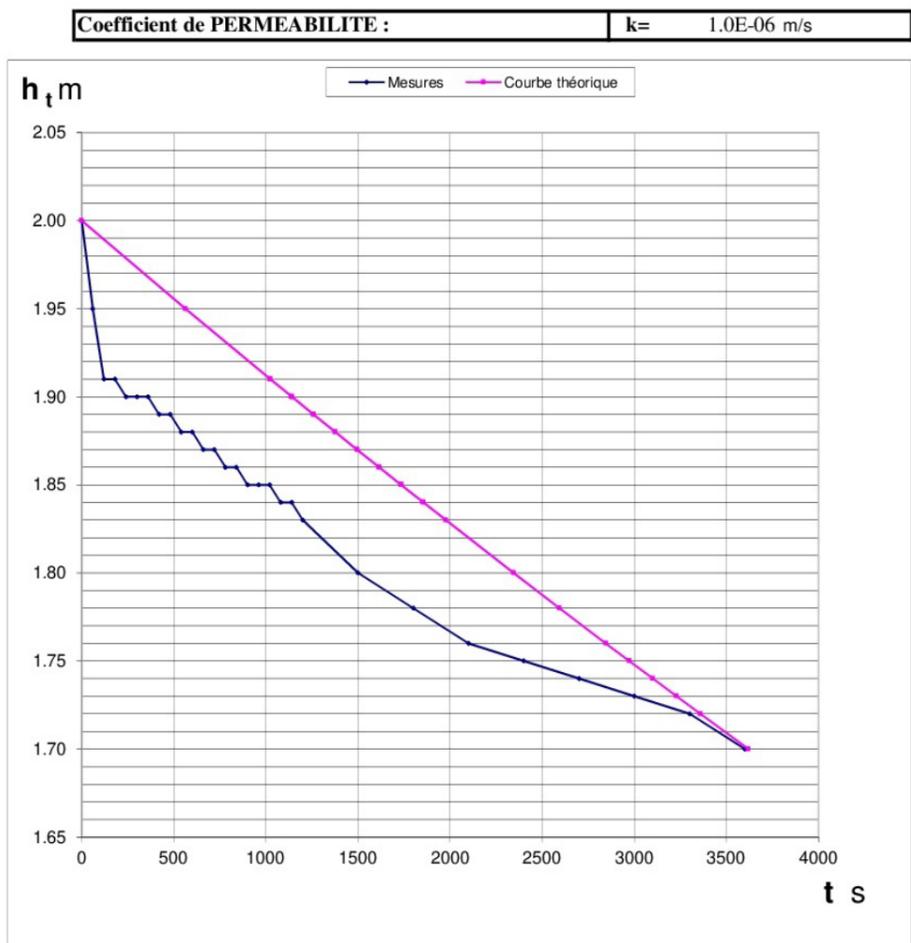
LYON-E166 V0

MESURE DE PERMEABILITE type Nasberg injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : OULLINS - perméabilités	Sondage : SC6	Essai N° : 1
Dossier : RLY2.L.L165-2	Date: 27.04.22	Nature du sol : Sable très fin limoneux compact

Aire intérieure du tubage :	S= 0.0075 m ²	Cote du tubage /TN :	Ht= 0.50 m
Débit d'apport :	Qa= 0.00E+00 m ³ /s	Charge initiale :	h0= 1.50 m
Tubage :	Diam = 98/114 mm	Cavité	L= 1.00 m
Cavité de :	Prof sup = 3.00 m		B= 0.114 m
	Prof inf = 4.00 m	m= 19	
		Niveau d'eau en forage :	100.00 m

MESURES	
t(s)	Z (m)
0	2.00
60	2.05
120	2.09
180	2.09
240	2.10
300	2.10
360	2.10
420	2.11
480	2.11
540	2.12
600	2.12
660	2.13
720	2.13
780	2.14
840	2.14
900	2.15
960	2.15
1020	2.15
1080	2.16
1140	2.16
1200	2.17
1500	2.20
1800	2.22
2100	2.24
2400	2.25
2700	2.26
3000	2.27
3300	2.28
3600	2.30



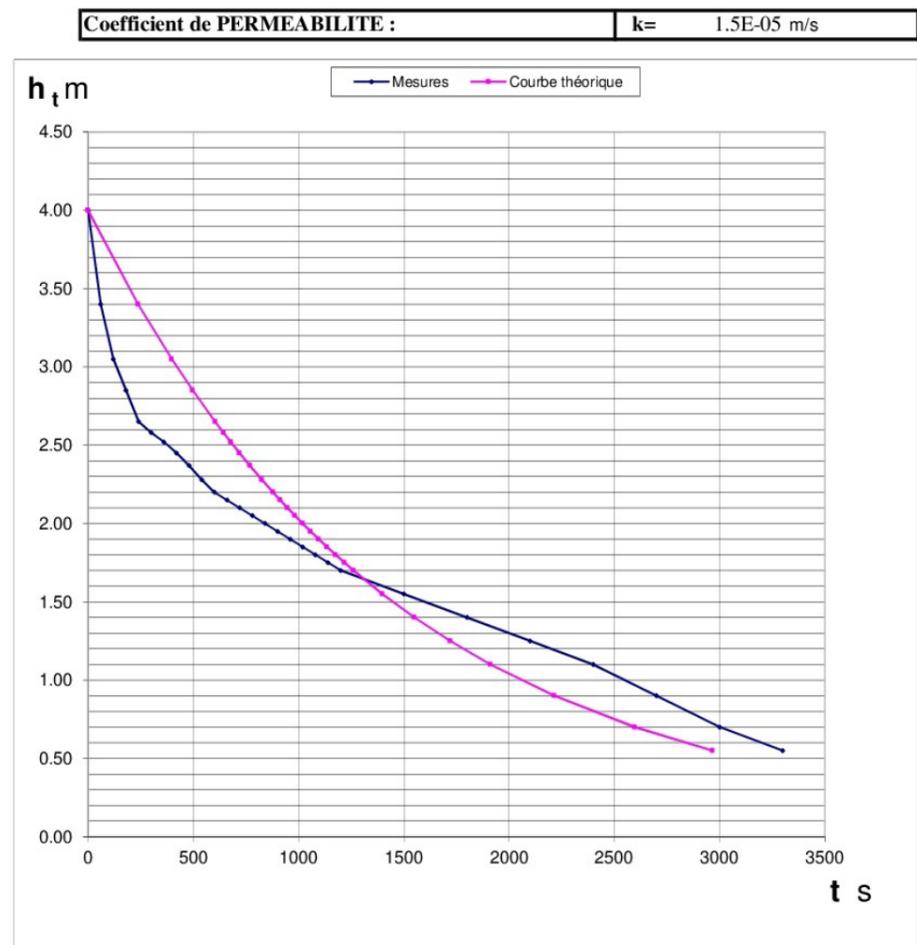
LYON-E166 V0

MESURE DE PERMEABILITE type Nasberg injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : OULLINS - perméabilités	Sondage : SC7	Essai N° : 1
Dossier : RLY2.L.L165-2	Date: 27.04.22	Nature du sol : Sable grossier beige à galets

Aire intérieure du tubage :	S= 0.0075 m ²	Cote du tubage /TN :	Ht= 0.50 m
Débit d'apport :	Qa= 0.00E+00 m ³ /s	Charge initiale :	h0= 3.50 m
Tubage :	Diam = 98/114 mm	Cavité	L= 1.00 m
Cavité de :	Prof sup = 3.00 m		B= 0.114 m
	Prof inf = 4.00 m	m= 19	
		Niveau d'eau en forage :	100.00 m

MESURES	
t(s)	Z (m)
0	0.00
60	0.60
120	0.95
180	1.15
240	1.35
300	1.42
360	1.48
420	1.55
480	1.63
540	1.72
600	1.80
660	1.85
720	1.90
780	1.95
840	2.00
900	2.05
960	2.10
1020	2.15
1080	2.20
1140	2.25
1200	2.30
1500	2.45
1800	2.60
2100	2.75
2400	2.90
2700	3.10
3000	3.30
3300	3.45





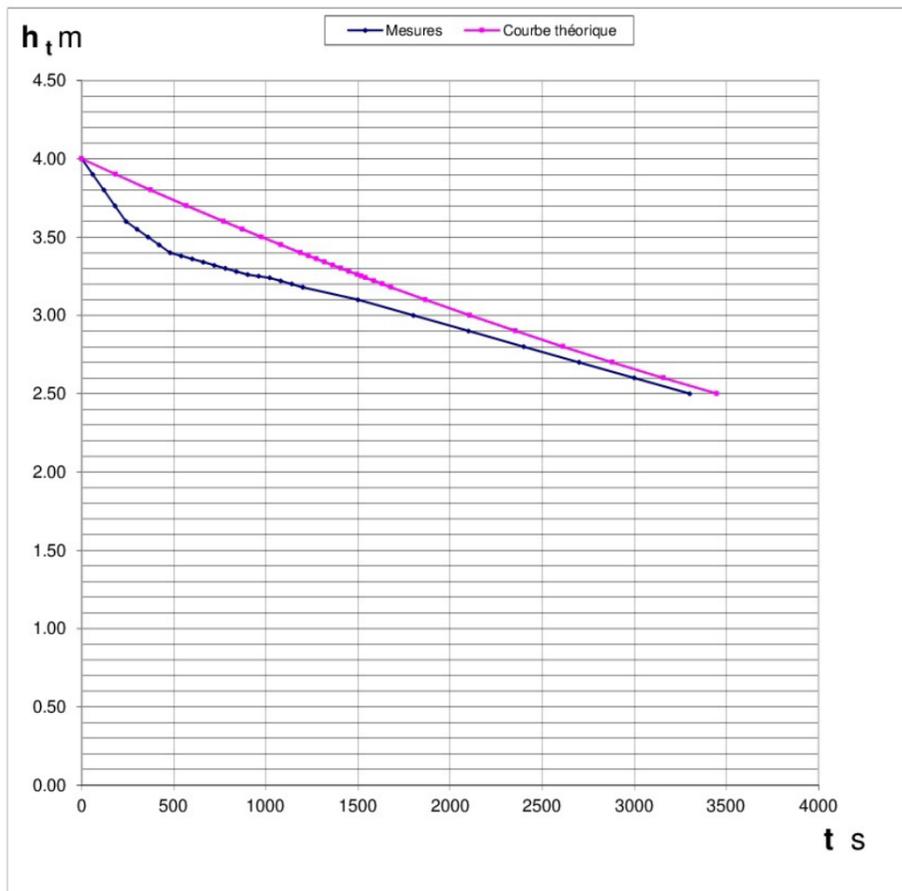
MESURE DE PERMEABILITE type Nasberg injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : OULLINS - perméabilités	Sondage : SC8	Essai N° : 1
Dossier : RLY2.L.L165-2	Date: 28.04.22	Nature du sol : Sable limoneux et remblais hétérogène

Aire intérieure du tubage :	S= 0.0075 m2	Cote du tubage /TN :	Ht= 0.50 m
Débit d'apport :	Qa= 0.00E+00 m3/s	Charge initiale :	h0= 3.50 m
Tubage :	Diam = 98/114 mm	Cavité	L= 1.00 m
Cavité de :	Prof sup = 3.00 m		B= 0.114 m
	Prof inf = 4.00 m		m= 19
		Niveau d'eau en forage :	100.00 m

MESURES	
t(s)	Z (m)
0	0.00
60	0.10
120	0.20
180	0.30
240	0.40
300	0.45
360	0.50
420	0.55
480	0.60
540	0.62
600	0.64
660	0.66
720	0.68
780	0.70
840	0.72
900	0.74
960	0.75
1020	0.76
1080	0.78
1140	0.80
1200	0.82
1500	0.90
1800	1.00
2100	1.10
2400	1.20
2700	1.30
3000	1.40
3300	1.50

Coefficient de PERMEABILITE : k= 3.0E-06 m/s



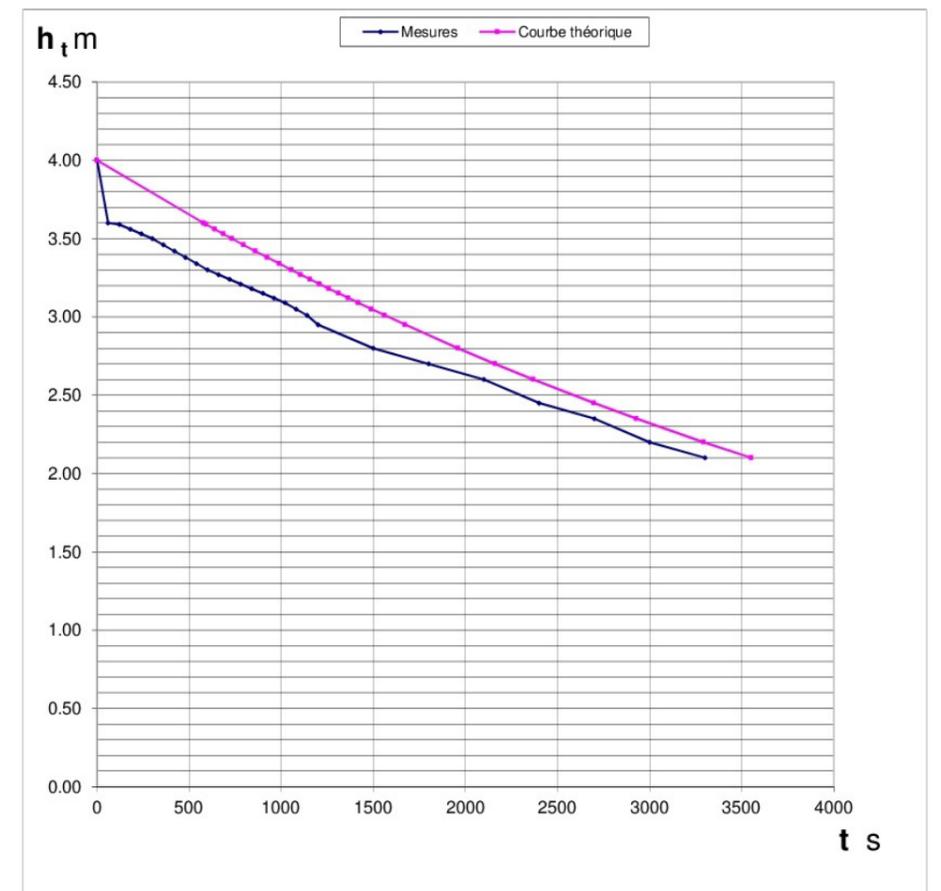
MESURE DE PERMEABILITE type Nasberg injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : OULLINS - perméabilités	Sondage : SC9	Essai N° : 1
Dossier : RLY2.L.L165-2	Date: 28.04.22	Nature du sol : Remblais sableux et sable grossier à galets

Aire intérieure du tubage :	S= 0.0075 m2	Cote du tubage /TN :	Ht= 0.50 m
Débit d'apport :	Qa= 0.00E+00 m3/s	Charge initiale :	h0= 3.50 m
Tubage :	Diam = 98/114 mm	Cavité	L= 1.00 m
Cavité de :	Prof sup = 3.00 m		B= 0.114 m
	Prof inf = 4.00 m		m= 19
		Niveau d'eau en forage :	100.00 m

MESURES	
t(s)	Z (m)
0	0.00
60	0.40
120	0.41
180	0.44
240	0.47
300	0.50
360	0.54
420	0.58
480	0.62
540	0.66
600	0.70
660	0.73
720	0.76
780	0.79
840	0.82
900	0.85
960	0.88
1020	0.91
1080	0.95
1140	0.99
1200	1.05
1500	1.20
1800	1.30
2100	1.40
2400	1.55
2700	1.65
3000	1.80
3300	1.90

Coefficient de PERMEABILITE : k= 4.0E-06 m/s



I.4. Annexe 4 : Étude hydrogéologique, GINGER BURGEAP, septembre 2022



GINGER-CEBTP
 ▶ Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

GINGER-CEBTP

ZAC de la Saulaie – OULLINS (69)

Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)



GINGER-CEBTP

ZAC de la Saulaie – OULLINS (69)

Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

Rapport Provisoire

Réf : CGHCCE212942 / RGHCCE10157-01

AG / LP

13/09/2022



Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	13/09/2022	01	A.GARIOUD 	L.PYOT 	L.PYOT

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CGHCCE212942 / RGHCCE10157-01
Numéro d'affaire :	A57005
Domaine technique :	HB01

GINGER BURGEAP Agence Centre-Est • 19, rue de la Vilette – 69425 Lyon CEDEX 03
 Tél : 04.37.91.20.50 • burgeap.lyon@groupeginger.com

Réf : CGHCCE212942 / RGHCCE10157-01

AG / LP

13/09/2022

Page 2/21

BGP206.5



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

SOMMAIRE

- 1. Introduction 4
 - 1.1 Objet de l'étude..... 4
 - 1.2 Documents de référence et sources consultées 7
- 2. Contexte environnemental du projet..... 7
 - 2.1 Contexte géographique 7
 - 2.2 Contexte géologique 7
 - 2.3 Contexte hydrogéologique 9
 - 2.3.1 Contexte hydrogéologique général 9
 - 2.4 Contexte hydrographique..... 13
 - 2.5 Prélèvements en nappe 15
- 3. Evaluation du Niveau des Plus Hautes Eaux 16
 - 3.1 Evaluation du niveau actuel de la nappe (N_{actuel}) 16
 - 3.2 Fluctuations saisonnières et interannuelles de nappe (B) 16
 - 3.3 Amplitude de propagation d'une onde de crue dans l'aquifère (A) 18
 - 3.4 Influence des pompages voisins (R) 18
 - 3.5 Evaluation du niveau des plus hautes eaux 19
- 4. Conclusion et recommandations 20

TABLEAUX

- Tableau 1. Sources consultées 7
- Tableau 2 : Cotes caractéristiques du Rhône au droit du projet (source : étude BURGEAP 2003) 13
- Tableau 3 : Battements de la nappe au droit du piézomètre du site de Saint Priest 17
- Tableau 4 : Amplitude de la nappe en période de crue au droit du site d'étude 18
- Tableau 5. Evaluation du niveau des plus hautes eaux 19

FIGURES

- Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond IGN 4
- Figure 2 : Localisation de la zone d'étude sur photo aérienne 5
- Figure 3 : Localisation de la ZAC sur plan cadastral 6
- Figure 4 : localisation de la zone d'étude et des coupes BSS étudiées(source : BRGM) 8
- Figure 5 : coupes lithologiques dans le secteur du projet (source : BRGM) 9
- Figure 6 : Localisation du drain CNR (source CNR - 1979) 10
- Figure 7 : Suivi de nappe au droit des piézomètres Pz1 et Pz4 – 22/02/2022 au 16/06/2022 11
- Figure 8 : Localisation des ouvrages de suivi 12
- Figure 9 : Chroniques piézométriques des alluvions du Rhône et des alluvions fluvio-glaciaires dans le secteur d'étude (source : Ades, Métropole de Lyon) 12
- Figure 10 : Zonage du PPRI Lyon Aval au droit du projet (fond : PPRI Lyon Aval) 14
- Figure 11 : Carte de localisation des captages AEI à proximité de la zone d'étude 15
- Figure 12 : Ajustement de Gumbel..... 17



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)
 1. Introduction

1. Introduction

1.1 Objet de l'étude

La société GINGER CEBTP a confié au bureau d'études GINGER BURGEAP une étude prévisionnelle du Niveau des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE) au droit de la ZAC de la Saulaie à Oullins (69). Les **Figure 1 à 3** présentent la localisation de la zone d'étude.

La SERL, propriétaire du terrain, projette l'aménagement des espaces publics du secteur de la ZAC.

La présente étude hydrogéologique a pour objectif de déterminer la cote maximale que pourrait atteindre la nappe au droit du projet.

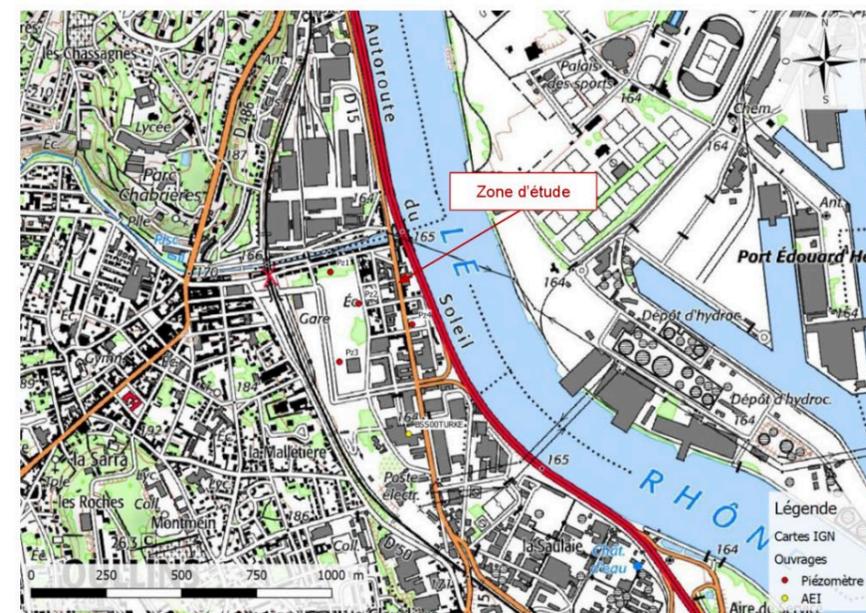


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond IGN

Source : Géoportail



Figure 2 : Localisation de la zone d'étude sur photo aérienne

Source : Géoportail

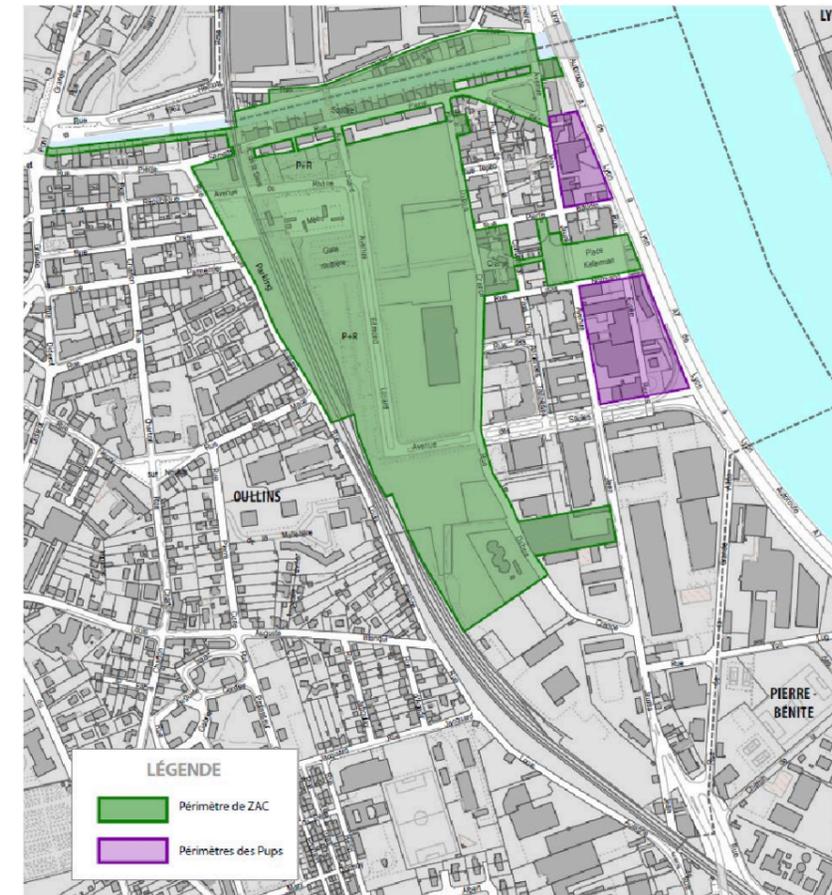


Figure 3 : Localisation de la ZAC sur plan cadastral

Ce rapport est provisoire, il sera repris en fin de suivi des niveaux d'eau.

1.2 Documents de référence et sources consultées

La présente étude est basée sur les connaissances techniques et scientifiques acquises à la date de sa réalisation. Les différentes consultations menées pour la rédaction de ce rapport sont indiquées dans le **Tableau 2**.

Tableau 1. Sources consultées

Source	Type de consultation	Données disponibles
SERL	Courriel	Plans du projet et CCTP
Site	Visite de terrain	Mesures piézométriques, mise en place d'enregistreurs automatiques de niveau d'eau...
BRGM / Infoterre	Internet (Infoterre.brgm.fr)	Carte géologique n° 722 de GIVORS au 1/50 000 ^{ème} Coupes géologiques et techniques des sondages présents dans la zone d'étude - usage des points d'eau Niveaux de nappe
Geoportail	Internet (www.geoportail.gouv.fr)	Informations cartographiques de l'IGN (cartes topographiques, photo aériennes, cadastre...)
Banque nationale d'Accès aux Données des Eaux Souterraines (ADES)	Internet (www.adès.eaufrance.fr)	Données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines
Banque Nationale des Prélèvements sur l'Eau (BNPE)	Internet (www.bnpe.eaufrance.fr)	Données sur les prélèvements en eau
BRGM / Inondations nappes	Internet (www.inondationsnappes.fr)	Risques de remontées de nappes

2. Contexte environnemental du projet

2.1 Contexte géographique

Implanté dans la vallée du Rhône, entre le plateau lyonnais à l'Ouest et la plaine de Lyon à l'Est, au niveau de la confluence du Rhône et de la Saône, le quartier de la Saulaie constitue la porte d'entrée sud-ouest de l'agglomération.

Il se situe également à proximité immédiate du centre-ville d'Oullins. Délimité au nord par l'Yzeron, à l'ouest par les voies ferrées qui isolent le quartier du centre-ville d'Oullins, à l'est par l'axe M7 et les berges du Rhône et enfin au sud, par la limite communale avec Pierre-Bénite, le territoire de projet de la Saulaie représente une emprise d'environ 40 ha, dont environ 20 ha au titre de la ZAC La Saulaie.

Le périmètre de la ZAC est délimité plus précisément par :

- Au nord, par la rue Gabriel Péri, située sur la commune de la Mulatière ;
- A l'ouest, sur la commune d'Oullins, par la rue Louis Aulagne ;
- A l'est par la rue Dubois Crancé tout en intégrant quelques îlots ou bâtiments situés le long de cet axe, ainsi que le square Jean Jaurès et la place Kellermann ;
- Au sud, par la rue Dubois Crancé et les parcelles maîtrisées par la Métropole.

2.2 Contexte géologique

D'après la carte géologique de GIVORS au 1/50 000^{ème} (cf. extrait en **Figure 4** ci-dessous), le site se trouve au niveau des alluvions fluviales modernes du Rhône (notées Fz sur la carte géologique de GIVORS) qui

paraissent assez hétérogènes d'après les coupes disponibles. Plus profondément, les structures géologiques sont celles de la Molasse Miocène et du môle granitique d'Oullins.

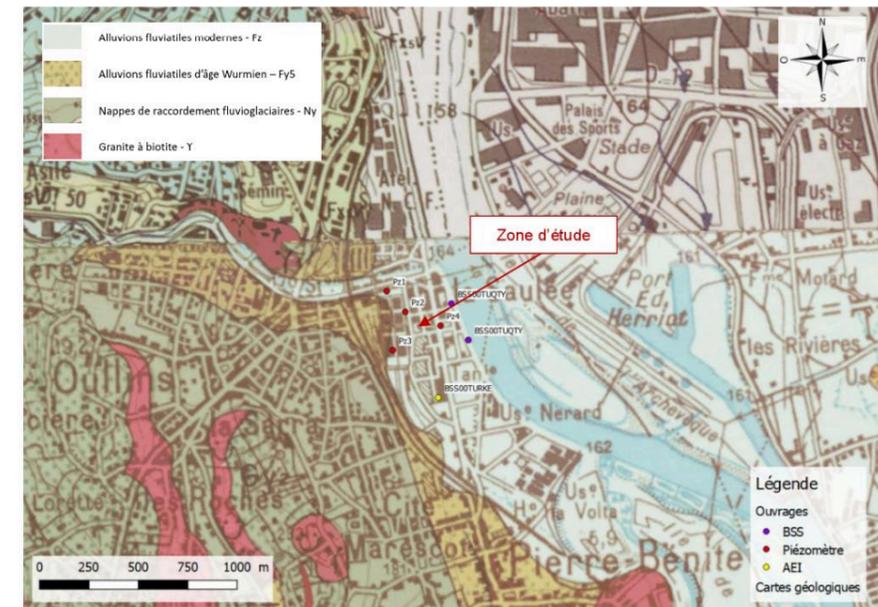


Figure 4 : localisation de la zone d'étude et des coupes BSS étudiées (source : BRGM)



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

La lithologie observée sur les ouvrages BSS les plus proches est présentée sur la Figure 5 (les ouvrages sont localisés sur la Figure 4) localisés le long du Rhône 100 m à l'est du site d'étude. L'aquifère est composé d'un mélange de sables de fins à grossiers avec par endroit des éléments roulés très grossiers.

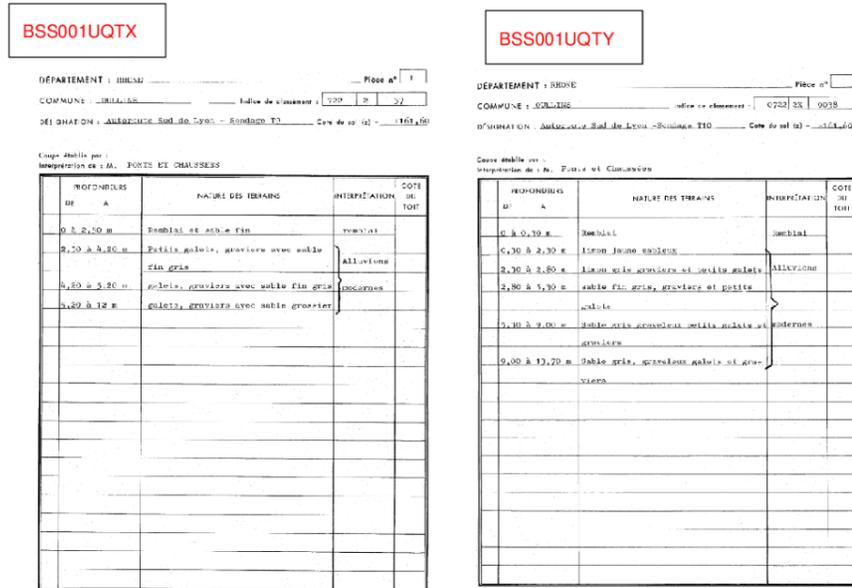


Figure 5 : coupes lithologiques dans le secteur du projet (source : BRGM)

Sur le site d'étude, les sous-sols sont formés par des alluvions fluviales grossières (graviers, sables et limons), sur une épaisseur de 25 à 35 mètres, avec quelques éléments plus grossiers. Ils sont recouverts par une couche de remblais anthropique de profondeur variable (50 cm à 2,50 m), et de la couche des alluvions du Rhône, jusqu'à 4 m environ.

2.3 Contexte hydrogéologique

2.3.1 Contexte hydrogéologique général

Les alluvions sont le siège de la nappe d'accompagnement du Rhône. La nappe est peu connue dans ce secteur. Elle est probablement alimentée par les coteaux à l'ouest du site par les terrasses Würmienne et les moraines. Les rôles de l'Yzeron au nord du site et du Rhône, (drain ou alimentation) sont peu connus. En tout état de cause l'Yzeron étant canalisé au droit du site, son interaction avec la nappe doit être très faible.

L'écoulement des eaux souterraines au sein des alluvions se fait globalement du Nord-Est vers le Sud-Ouest, cependant, dans le secteur d'étude, la piézométrie est affectée par la présence de drains installés par la



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

Compagnie Nationale du Rhône (CNR) le long du Rhône. Ce drain a pour but de baisser artificiellement les niveaux de nappe ainsi que de limiter les effets d'une crue du Rhône. Il est localisé ci-après.

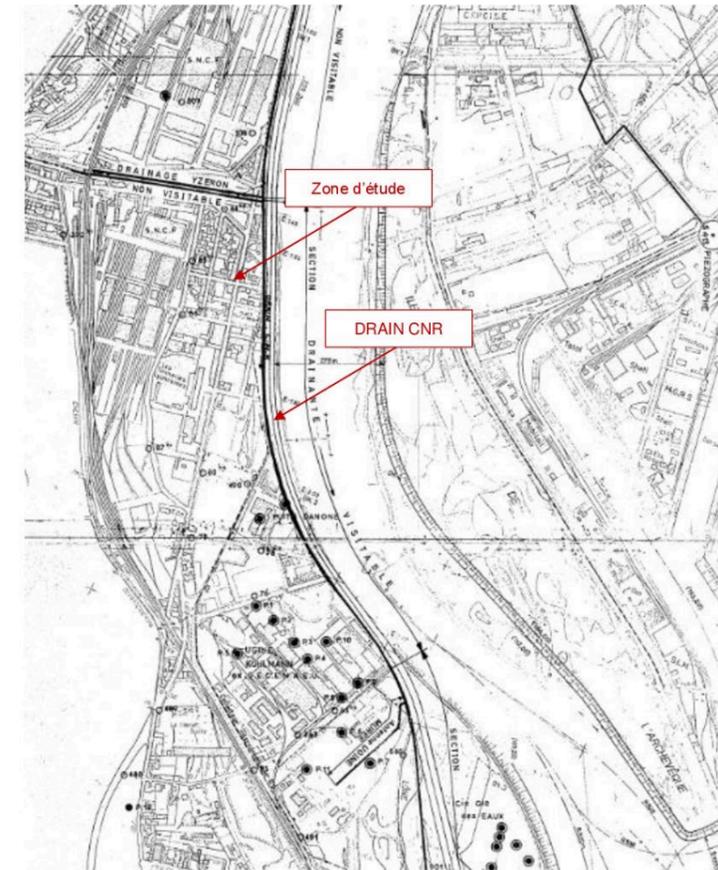


Figure 6 : Localisation du drain CNR (source CNR - 1979)

Cette nappe est ciblée dans le présent projet et ses niveaux piézométriques sont suivis. En effet, lors de l'étude géotechnique réalisée par la société GINGER-CEBTP, au premier trimestre 2022, des piézomètres ont été mis en place (localisés en Figure 1). Ces piézomètres, d'une profondeur de 9,5 m environ, ont été crépinés de 3 m à 9,5 m de profondeur afin de capter la nappe alluviale concernée par le projet.

Un suivi des niveaux d'eau a été effectué depuis le 22/02/2022 et est toujours en cours au droit des piézomètres Pz1 et Pz4. La figure ci-dessous présente les résultats obtenus.



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

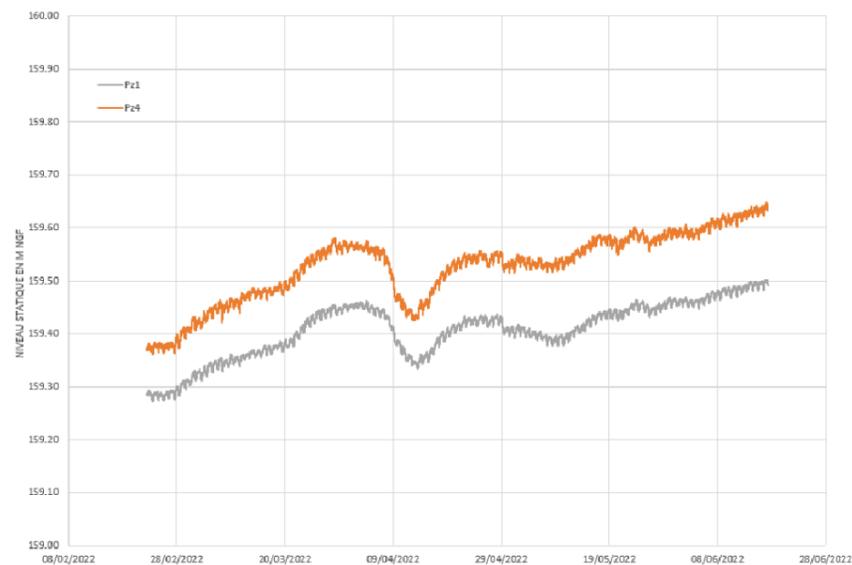


Figure 7 : Suivi de nappe au droit des piézomètres Pz1 et Pz4 – 22/02/2022 au 16/06/2022

Le nivellement des ouvrages ne semble pas précis, en effet le Pz1 est censé être l'amont du Pz4 donc présenter un niveau plus haut que celui-ci. Un nivellement précis sera réalisé avant la remise du rapport final.

On observe une grande similitude du suivi au droit des deux points montrant ainsi l'effet du drain CNR. En effet, sans lui, les crues du Rhône devraient se ressentir plus fortement sur Pz4 (à 150 m du Rhône) que sur Pz1.

Le niveau bas est observé en février 2022 :

- 159,30 m NGF environ.

Cependant la pluviométrie des mois de janvier et février 2022 étaient clairement déficitaires en eau (-49% pour janvier et -28% en février par rapport à la normale). De plus l'année de suivi est globalement largement déficitaire en eaux (-35% à fin juin 2022). Les niveaux d'eau observés sont donc anormalement bas.

Sur la durée du suivi (4 mois) on observe un battement de 22 cm, il est amené à évoluer car l'année de suivi n'est pas terminée.

2.3.1.1 Suivis de nappe existants

La nappe des alluvions du Rhône (exutoire de la nappe de l'Est Lyonnais) a fait l'objet d'un suivi journalier par la Métropole de Lyon pour plusieurs piézomètres de Lyon sur la période 2008-2021. Plusieurs ouvrages sont présents en rive droite du Rhône (sites 6 et 13). Ces ouvrages captent la nappe d'accompagnement du Rhône.

La nappe de l'Est Lyonnais fait également l'objet d'un suivi piézométrique journalier en continu depuis 2005, au droit de l'ouvrage 07223X0130/P localisé à Saint Priest (réseau de suivi quantitatif du département du Rhône). Cet ouvrage est situé 4 km en amont hydrogéologique par rapport au site d'étude, la profondeur atteinte par l'ouvrage est de 14 m.



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

La localisation des piézomètres est présentée ci-après.



Figure 8 : Localisation des ouvrages de suivi

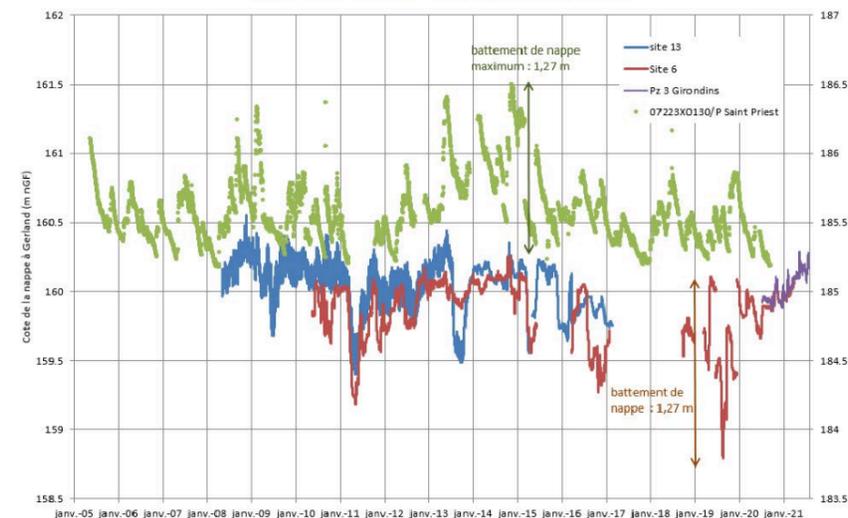


Figure 9 : Chroniques piézométriques des alluvions du Rhône et des alluvions fluvio-glaciaires dans le secteur d'étude (source : Ades, Métropole de Lyon)

Les battements annuels dans les alluvions du Rhône sont cohérents d'un ouvrage de suivi à l'autre.



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

2.4 Contexte hydrographique

L'Yzeron (affluent du Rhône) s'écoule de l'ouest vers l'est et se trouve au plus proche à environ 250 m au nord du site.

Le Rhône coule lui du Nord au Sud au droit du site. Il se trouve au plus proche à environ 150 m à l'Est du site.

Les niveaux remarquables du Rhône pour la portion située au plus proche du site sont les suivants :

Tableau 2 : Cotes caractéristiques du Rhône au droit du projet (source : étude BURGEAP 2003)

Référence	Cote en m NGF
Etiage	162,27 (pont Pasteur)
Crue décennale	163,28
Crue centennale	164,12

D'après les données de la Banque Hydro, le niveau d'étiage du fleuve est de 162,37 m NGF au niveau du Pont Morand (station V3000020). Au niveau du pont Pasteur, le plus proche du site étudié, le niveau d'étiage est de 162,27 m NGF. La pente du Rhône dans Lyon est très faible étant donné la présence du barrage de Pierre-Bénite en aval de la ville.

Le Rhône est doté d'un PPRI qui a été approuvé par l'arrêté préfectoral du 18 janvier 2007, révisé par l'arrêté préfectoral du 6 mars 2008 dans le secteur Lyon Aval. **D'après le plan de zonage du PPRI, le site est localisés dans une zone sujette à des inondations lors d'une crue exceptionnelle zone B2 (Figure 10 ci-après). Il se situe donc a priori dans une zone inondable.**



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

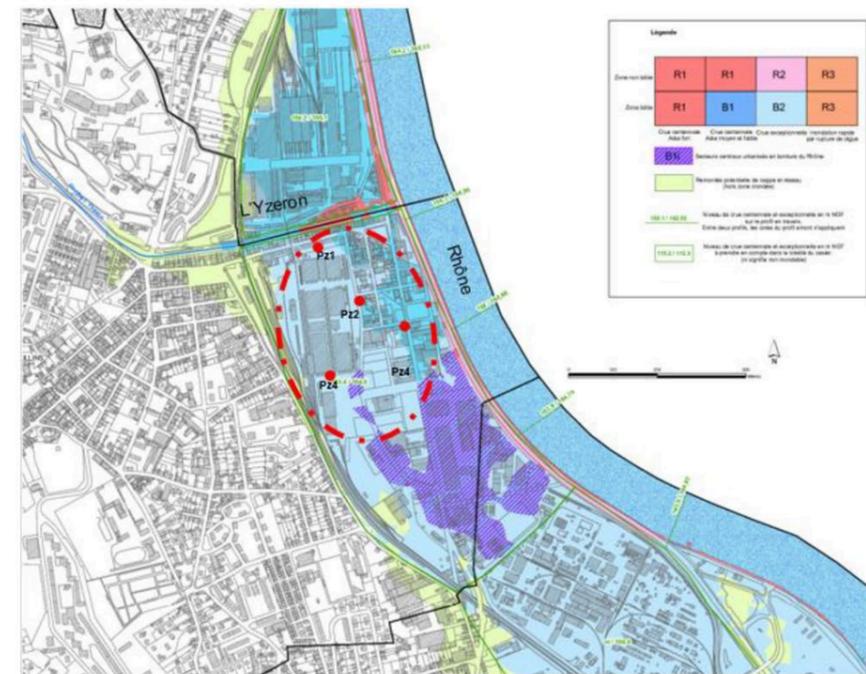


Figure 10 : Zonage du PPRI Lyon Aval au droit du projet (fond : PPRI Lyon Aval)

2.5 Prélèvements en nappe

Les données sur les prélèvements en nappe ont été recherchées sur les fichiers de prélèvement de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse (AERMC).

D'après ces recherches, le seul captage existant dans un périmètre de 1 km autour du site est un captage industriel à 350 m sud du site (voir ci-après). Il concerne un prélèvement de 100 000 m³ pour 2020 soit un débit moyen de l'ordre de 10 m³/h.

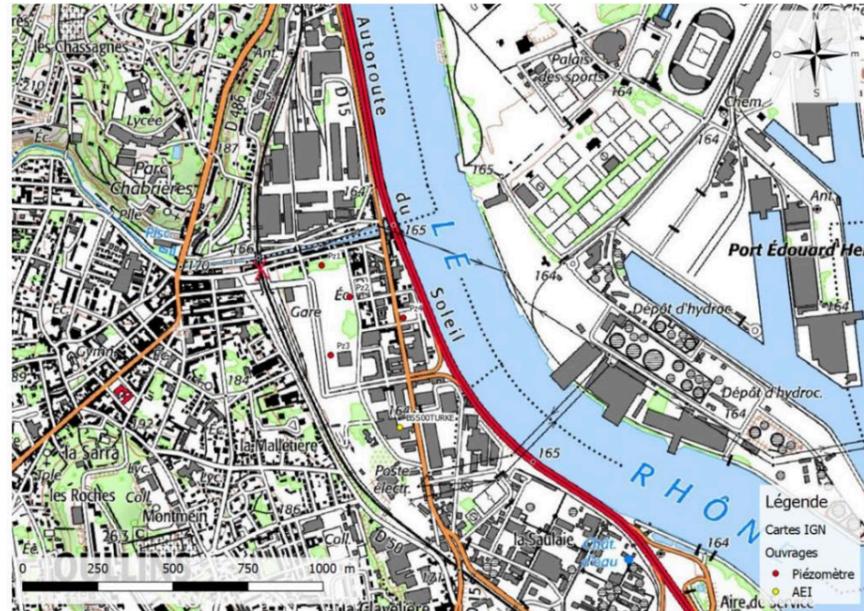


Figure 11 : Carte de localisation des captages AEI à proximité de la zone d'étude

D'autres prélèvements en nappe sont présent à l'aval, au droit de Pierre Bénite (captages Arkema) mais ils sont trop éloignés pour avoir un effet sur la ZAC.

3. Evaluation du Niveau des Plus Hautes Eaux

Le niveau actuel de la nappe phréatique peut remonter en raison des phénomènes suivants :

- le battement saisonnier et interannuel ;
- la transmission des crues d'un cours d'eau dans l'aquifère ;
- l'arrêt éventuel de pompages (industriels, parkings souterrains, épuisement de fouille dans le cadre de travaux de génie civil...) dans les environs du site étudié.

Le niveau maximum (N_{max}) de la nappe prévisible à terme est donc donné par la formule suivante :

$$N_{max} = N_{actuel} + B + A + R$$

Avec :

- N_{actuel} : niveau actuel de la nappe phréatique ;
- B : battement saisonnier et interannuel de la nappe dû à la recharge par infiltration des eaux de pluie ;
- A : amplitude de propagation d'une onde de crue dans la nappe ;
- R : remontée de la nappe induite par l'arrêt éventuel des pompages environnants.

3.1 Evaluation du niveau actuel de la nappe (N_{actuel})

Nous retiendrons les niveaux piézométriques suivants :

$$N_{actuel} = 159,3 \text{ m NGF}$$

Attention ce niveau est probablement un niveau très bas, il sera à confirmer lors de la suite du suivi.

3.2 Fluctuations saisonnières et interannuelles de nappe (B)

Les battements saisonniers de nappe sont en grande partie liés à la recharge de la nappe par la pluie utile¹ : recharge de la nappe en période « hivernale » (entraînant une remontée du niveau de la nappe) lorsque la pluie utile n'est pas nulle, puis baisse du niveau de la nappe en période « sèche » lorsque la pluie utile est « nulle » (plus d'évapotranspiration que de précipitation).

Le suivi piézométrique mis en œuvre au droit du site et a été présenté précédemment, permet d'observer un battement de 22 cm environ. Il sera complété avec le reste du suivi. Ce suivi est trop court pour pouvoir estimer un éventuel battement.

Afin d'estimer un ordre de grandeur de battement décennal et cinquantennal de la nappe, nous avons utilisé les cotes annuelles maximales de l'ouvrage de Saint Priest car il dispose d'un suivi de plus de 15 ans (soit 16 valeurs maximales au total) et se situe à l'amont hydrogéologique et hors influence du cours d'eau. Ces valeurs ont été ajustées par la méthode de Gumbel, ce qui permet de déterminer la période de retour d'une cote de nappe haute donnée (présentée sur la figure ci-après).

¹ La pluie utile représente la hauteur d'eau susceptible de s'infiltrer et de réalimenter la nappe, produisant ainsi les variations des niveaux de nappe.



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

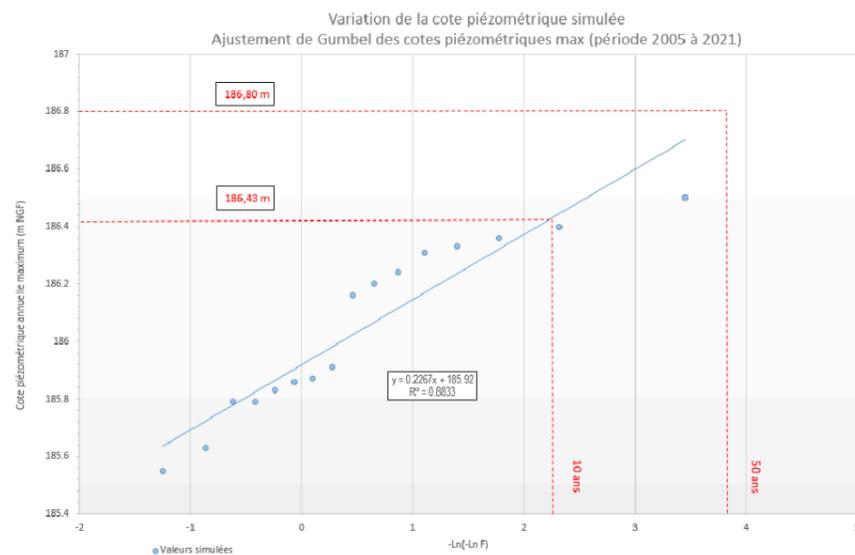


Figure 12 : Ajustement de Gumbel

Ainsi, les battements de la nappe au droit de l'ouvrage de suivi de Saint Priest, sont les suivants :

Tableau 3 : Battements de la nappe au droit du piézomètre du site de Saint Priest

Récurrence	Ouvrage du site de Saint Priest		
	Cote nappe haute (m NGF)	Cote de base du Pz Saint Priest (m NGF)	Battement (m)
1/10	186,43	185,2	1,23
1/50	186,80		1,6

Ainsi, nous retiendrons les valeurs de battements interannuels suivantes :

- B 10 ans = 1,23 m ;
- B 50 ans = 1,6 m.

Le battement de récurrence 100 ans ne peut être estimé car nous ne disposons pas d'un suivi suffisamment long (16 ans).

Ce battement est probablement un peu fort si on le transpose au site. En effet le drain et la présence du Rhône tamponne le battement localement.



GINGER-CEBTP
 Etude prévisionnelle des Niveaux des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE)

3.3 Amplitude de propagation d'une onde de crue dans l'aquifère (A)

Lorsque les niveaux du Rhône montent, une onde de crue se propage dans l'aquifère. Cette onde de crue s'amortit selon l'équation (1) présentée ci-dessous qui permet d'estimer la variation de la nappe liée à la crue sur la base des paramètres hydrodynamiques (transmissivité T et coefficient d'emménagement S) connus ou supposés et de la distance x au cours d'eau :

$$A = A_0 \cdot \exp[-x(\pi \cdot S / (t_0 \cdot T))^{1/2}] \quad (1)$$

Avec,

A₀ : l'amplitude de crue du Rhône au droit du site (m),

x : la distance entre la rivière et le site (m) : 100 m (distance la plus courte),

t₀ : la durée de la crue (s) : 8 jours (Q₁₀) à 15 jours (Q₁₀₀)

T : la transmissivité des terrains superficiels (m²/s) : 5.10⁻² m²/s,

S : le coefficient d'emménagement (sans dimension) : 5%.

Compte tenu de ces différents paramètres, l'influence d'une crue de période de retour décennale ou centennale sera donc de :

Tableau 4 : Amplitude de la nappe en période de crue au droit du site d'étude

Crue (récurrence et année)	Amplitude A ₀ de la crue au pont Pasteur (m)	Amplitude A de la nappe au droit du site (m) d'après les données du PPRI
Décennale	Cote de référence Q ₁₀ – Cote étiage = 1,01	A₁₀ = 0,81
Centennale	Cote de référence Q ₁₀₀ – Cote étiage = 1,78	A₁₀₀ = 1,52

Pour la crue Q₅₀ nous considérerons A₅₀ = 1,2 m

Cette effet est le cas en l'absence de drain CNR, cependant sa présence entraine un rabattement de la nappe limitant ainsi l'effet des crues.

Pour mémoire, l'influence de l'Yzeron n'est pas prise en compte du fait de la canalisation du cours d'eau à son embouchure.

3.4 Influence des pompages voisins (R)

Des pompages, existants à proximité ou à distance du site, créent un rabattement du niveau de la nappe, dans une proportion qui dépend des propriétés des terrains et du débit de pompage. En cas d'arrêt de ces prélèvements, le niveau de la nappe remonterait. Ce relèvement potentiel qui s'additionne au battement saisonnier est à prendre en compte dans l'estimation prévisionnelle des niveaux de plus hautes eaux.

Les informations sur les pompages éventuels aux alentours du site ont été recherchés auprès de la BNPE, de la banque de données du sous-sol, et des archives internes de GINGER BURGEAP...).

Aucun ouvrage de pompage n'est recensé à moins de 2 km autour du site.

L'enquête de quartier menée dans les environs du site confirme cette donnée.

De plus, le drain CNR, en place le long du site depuis de nombreuses décennies induit un rabattement de la nappe difficilement quantifiable. **Ainsi les calculs sont estimés en imaginant que le drain fonctionnera de manière pérenne.**

3.5 Evaluation du niveau des plus hautes eaux

L'addition au niveau actuel des différents paramètres pris en compte permet d'approcher le niveau des plus hautes eaux au droit du site d'étude (cf. **Tableau 5**) (en prenant en compte l'existence du drain de manière pérenne).

Tableau 5. Evaluation du niveau des plus hautes eaux

	Niveau 1/10	Niveau 1/50
NS_{bas} (m NGF)	159,3	159,3
B (battement saisonnier, en m)	1,2	1,6
A (amortissement de l'onde de crue en nappe, en m)	0,8	1,5
R (impact des prélèvements en nappe, en m)	0	0
NPHE (m NGF)	161,3	162,4

Ces niveaux sont probablement surestimés car ils ne prennent pas en compte l'amortissement des crues du Rhône et du battement saisonnier par le drain.

A dire d'expert on peut plutôt imaginer un battement total décennal de 1,5 m et de 2,2 m pour un centennal en prenant en compte de drain CNR, soit 160,8 m NGF et 161,5 m NGF.

Ces résultats sont à confirmer avec la suite du suivi.

4. Conclusion et recommandations

La société GINGER CEBTP a confié au bureau d'études GINGER BURGEAP une étude prévisionnelle du Niveau des Plus Hautes Eaux souterraines (NPHE) au droit de la ZAC de la Saulaie à Oullins (69).

La SERL, propriétaire du terrain, projette l'aménagement des espaces publics du secteur de la ZAC.

La présente étude hydrogéologique a pour objectif de déterminer la cote maximale que pourrait atteindre la nappe au droit du projet.

Actuellement le niveau de la parcelle concernée par les travaux est de 164 m NGF.

Le site repose sur la nappe des alluvions du Rhône qui possède une forte perméabilité. Il est bordé par le drain CNR.

Le niveau d'eau de base au droit du site est de 159,3 m NGF (à confirmer à la fin du suivi). Il est principalement soumis au battement annuel de la nappe.

Une imprécision sur le nivellement des ouvrages existe à ce stade, elle sera levée à la remise du rapport définitif.

Un suivi des niveaux d'eau doit être réalisé pendant un an au droit du site (suivi encore en cours).

L'étude a permis de définir les niveaux suivants, au centre du site :

- NPHE10 : 160,8 m NGF
- NPHE 50 : 161,5 m NGF

Ce niveau prend en compte l'existence du drain CNR de manière pérenne.

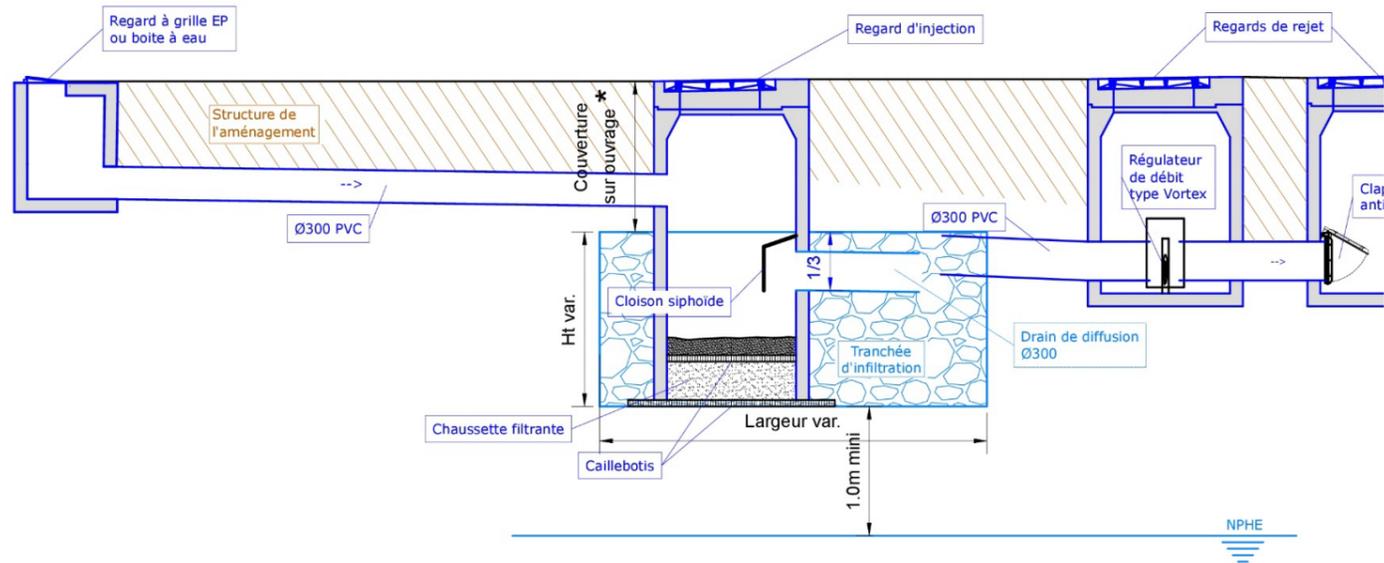
La récurrence 100 ans n'a pas pu être estimée du fait de la durée insuffisante des suivis disponibles dans le secteur.

Ces niveaux sont à compléter à la fin du suivi.

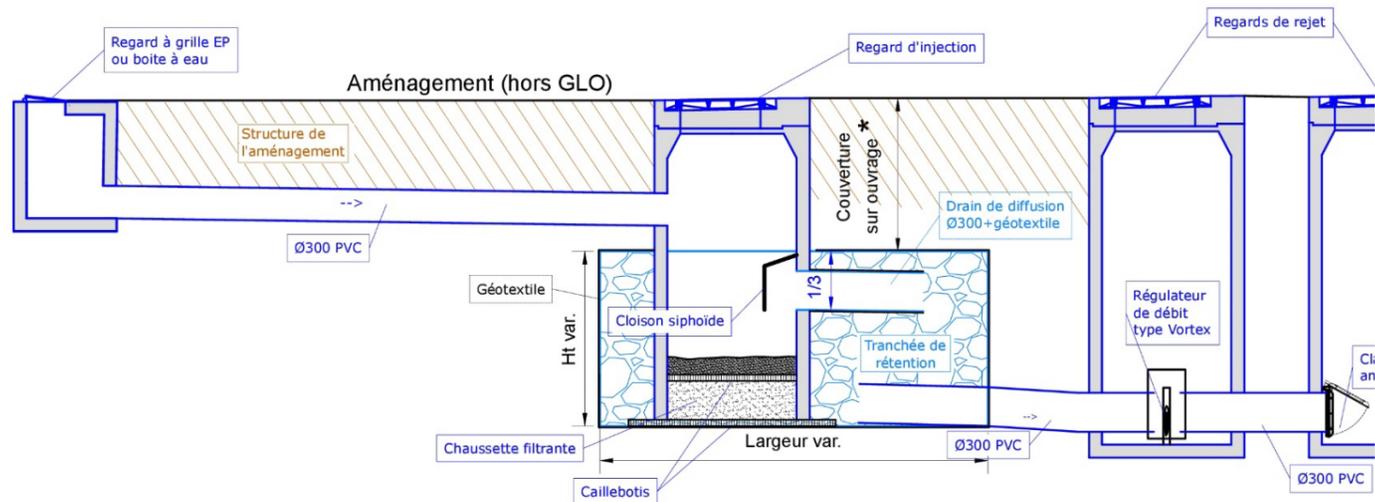
La présente étude a été réalisée sur la base des connaissances techniques et scientifiques disponibles à la date de sa réalisation et que les niveaux d'eau ont été évalués de manière prudente en fonction des données piézométriques disponibles, conformément aux recommandations de la norme NF P 94-261.

Il appartient au maître d'ouvrage de choisir une cote de niveau d'eau dimensionnante sur la base des résultats de cette étude, qui constitue une aide à la décision.

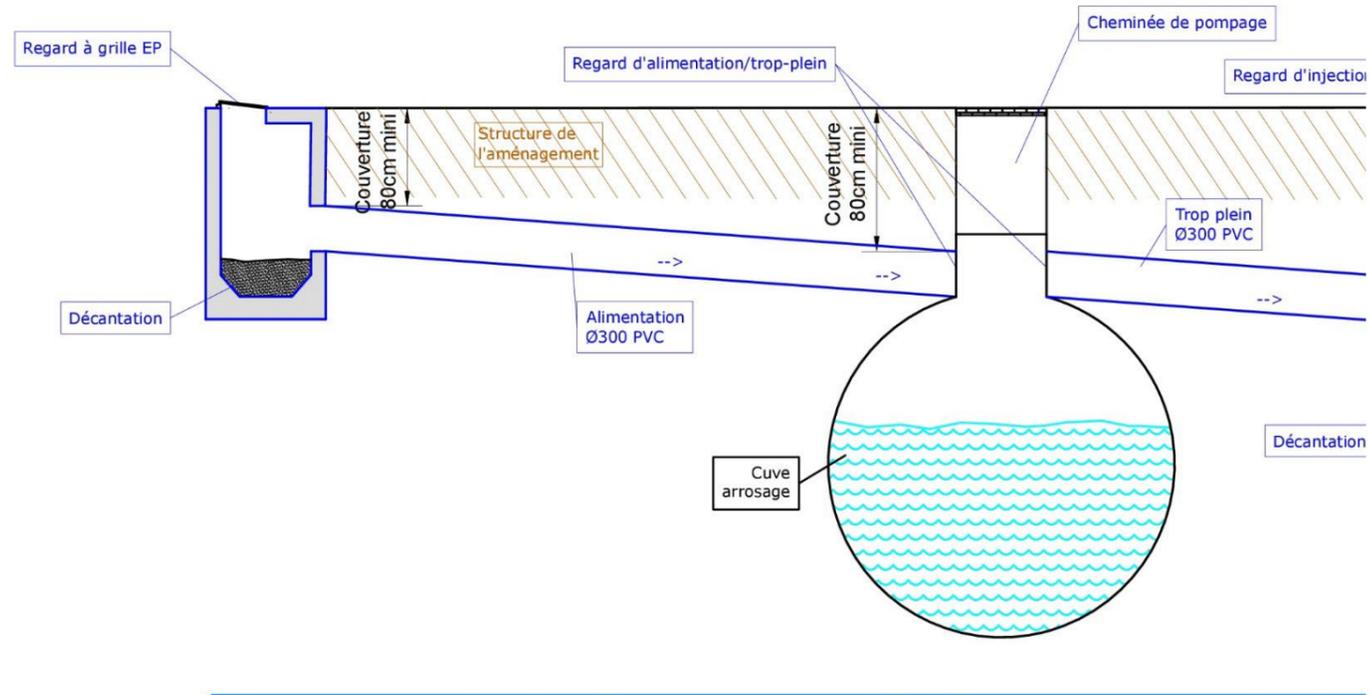
Tranchée d'infiltration avec rejet à débit limité vers réseau Métropole (Infiltration + rejet)



Tranchée de rétention avec rejet à débit limité vers réseau Métropole (stockage+ re)



Cuve d'arrosage



ANNEXE 4. NOTIFICATION D'UN ARRÊTÉ D'ABROGATION DE DIAGNOSTIC
D'ARCHÉOLOGIE PRÉVENTIVE, DIRECTION RÉGIONALE DES AFFAIRES CULTURELLES,
MARS 2023

SERL

03 AVR 2023


PRÉFÈTE
DE LA RÉGION
AUVERGNE-
RHÔNE-ALPES
ttWfft

Direction
Auvergne

Direction régionale
des affaires culturelles

Service régional de l'archéologie

SERL

4 Boulevard Eugène Deruelle
CS 13312
69427 LYON CEDEX 03

Affaire suivie par :
Emmanuelle BOISSARD

emmanuelle.boissard@culture.gouv.fr

Références : 2023/2425/EB/VC

Lyon, le 29 MARS 2023

Objet : Notification d'un arrêté d'abrogation de diagnostic d'archéologie préventive
Références LA MULATIERE, OULLINS (RHONE), ZAC de la Saulaie
CP0691492200006
Livre V du Code du patrimoine
PJ Arrêté n°2023-367 du 29 mars 2023 portant abrogation de l'arrêté n° 2022-1046 du 11
octobre 2022 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive

Madame, Monsieur,

J'ai l'honneur de vous notifier l'arrêté d'abrogation n°2023-367 du 29 mars 2023, abrogeant l'arrêté n° 2022-1046 du 11 octobre 2022, portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive avec attribution immédiate

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour la préfète de la région Auvergne-Rhône-Alpes
et par délégation,
Le directeur régional des affaires culturelles
et par subdélégation,

La conservatrice régionale adjointe de l'archéologie


Marie-Agnès GAI DON-BUNUEL

Arrêté n° 2023-367 du **29 MARS 2023**

portant abrogation de l'arrêté n° 2022-1046 du 11 octobre 2022 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive

La Préfète de la région Auvergne-Rhône-Alpes,
Préfète du Rhône
Officier de la Légion d'honneur
Commandeur de l'ordre national du Mérite

Vu le code du patrimoine et notamment son livre V ;

Vu l'arrêté n° 2023-24 du 30 janvier 2023 de la Préfète de la région Auvergne-Rhône-Alpes portant délégation de signature à Monsieur Marc DROUET, Directeur régional des affaires culturelles de la région Auvergne-Rhône-Alpes ;

Vu l'arrêté n° 2023-02 du 01 mars 2023 du Directeur Régional des Affaires Culturelles de la région Auvergne-Rhône-Alpes, portant subdélégation de signature en matière d'administration générale ;

Vu l'arrêté n° 2022-1046 du 11 octobre 2022 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive (LA MULATIERE, OULLINS, RHONE, ZAC de la Saulaie) ;

Vu la note de l'Inrap, en date du 14 mars 2023, et reçue en DRAC le 14 mars 2023, ayant pour objet de préciser l'état du risque chimique lié à la présence de sociétés industrielles d'une part et l'état structurel du sol d'autre part, afin d'étudier les possibilités d'intervention pour l'Inrap,.

Considérant que les résultats de cette note démontrent que la réalisation de ce diagnostic ne permettra pas d'assurer la sécurité complète des agents.

ARRÊTE

Article 1 - L'arrêté n°2022-1046 du 11 octobre 2022 portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive (LA MULATIERE, OULLINS, RHONE, ZAC de la Saulaie), est abrogé.

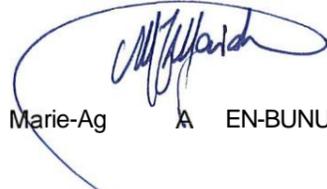
Article 2 - Le Directeur régional des affaires culturelles est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera notifié à SERL et à INRAP - Direction régionale Auvergne-Rhône-Alpes.

Fait à Lyon, le

MARS 2023

Pour la préfète de la région Auvergne-Rhône-Alpes
et par délégation,
Le directeur régional des affaires culturelles
et par subdélégation,

La conservatrice régionale adjointe de l'archéologie


Marie-Ag A EN-BUNUEL



ZAC LA SAULAIE

COMMUNES D'OULLINS ET DE LA MULATIÈRE (69)

MISE À JOUR DE L'ÉTUDE D'IMPACT
JANVIER 2024

