

# Notre Expertise

Les Fabriques – Lot 3 à MARSEILLE (13)  
Caractérisation de l'état des milieux



**ENVISOL**  
Conseil & Ingénierie

Sites et Sols Pollués

## Rapport

RESOLVE – Les Fabriques Lot 3

Affaire : A-2007-399

Rapport : R-AV-2010-4b

Date : 26.10.2020

## FICHE ADMINISTRATIVE DU DOSSIER



Siège social	Rapport établi par l'agence
2-4 rue Hector Berlioz 38 110 LA TOUR DU PIN Tel : 04 74 83 62 16 Fax : 04 74 33 97 83 SIRET : 512 308 321 00052 / APE :7112 B	Agence Sud Est 190 rue Topaze 13 510 EGUILLES Tel : 06 64 23 79 66 SIRET : 512 308 321 00078 / APE :7112 B



### Suivi :

Version	Date	Suivi des modifications ou observations
Version a	20/10/2020	Sans objet
Version b	26/10/2020	Sans objet



### L'équipe projet :

Chefs de projet		Superviseur
Rédactrice Aurélie VEZINAT Mail : a.vezinat@envisol.fr Tel : 04 74 83 62 16	Relecteur Emmanuelle DEVAUX Mail : e.devaux@envisol.fr Tel : 06 64 23 79 66	Aurélie MALVOISIN Mail : a.malvoisin@envisol.fr Tel : 02 32 10 73 31



### Référentiels encadrant le dossier :



Certification de service des prestataires  
 dans le domaine des sites et sols  
 pollués – Domaines A, B et D  
[www.lne.fr](http://www.lne.fr)

Ce document et ses annexes sont la propriété d'ENVISOL. Il ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué même partiellement sans son autorisation.



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>CONTEXTE</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OBJECTIFS</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>SOURCES D'INFORMATIONS</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>LOCALISATION DU SITE</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIPTION DU SITE</b> .....	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>AMENAGEMENT FUTUR</b> .....	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES</b> .....	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>VISITE DE SITE (A100)</b> .....	<b>16</b>
<b>9</b>	<b>INVESTIGATIONS SUR LES SOLS, GAZ DU SOL ET EAUX SOUTERRAINES (A200, A210, A230)</b> .....	<b>16</b>
9.1	STRATEGIE DES INVESTIGATIONS .....	16
9.2	GEOLOCALISATION DES INVESTIGATIONS .....	17
9.3	NATURE DES INVESTIGATIONS .....	17
9.3.1	<i>Echantillonnage des sols</i> .....	21
9.3.2	<i>Echantillonnage des gaz du sol</i> .....	21
9.3.3	<i>Echantillonnage des eaux souterraines</i> .....	22
9.4	PROGRAMME ANALYTIQUE ET SEUILS DE REFERENCE POUR LES SOLS .....	22
9.4.1	<i>Programme analytique</i> .....	23
9.4.2	<i>Valeurs guides de références</i> .....	25
9.4.3	<i>Résultats d'analyses</i> .....	25
9.4.4	<i>Synthèse et interprétation des résultats analytiques des sols</i> .....	29
9.5	PLANS DE TERRASSEMENT.....	33
9.6	PROGRAMME ANALYTIQUE ET SEUILS DE REFERENCE POUR LES GAZ DU SOL .....	51
9.6.1	<i>Programme analytique</i> .....	51
9.6.2	<i>Valeurs guides références</i> .....	51
9.6.3	<i>Résultats d'analyses</i> .....	51
9.7	PROGRAMME ANALYTIQUE ET SEUILS DE REFERENCE POUR LES EAUX SOUTERRAINES .....	53
9.7.1	<i>Programme analytique</i> .....	53
9.7.2	<i>Valeurs guides références</i> .....	53
9.7.3	<i>Résultats</i> .....	53
<b>10</b>	<b>SCHEMA CONCEPTUEL</b> .....	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>60</b>



## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation du site (source : Géoportail) .....	9
Figure 2. Cartographie des dépassements de l'AM du 12/12/14 relevés lors de la campagne menée par ERG ENVIRONNEMENT en Avril 2017 .....	15
Figure 3. Coupe schématique du piézair E10-Pa .....	18
Figure 4. Plan de localisation des investigation (sol et gaz du sol) – juillet 2020 .....	20
Figure 5. Dépassements de l'AM du 12/12/14 obtenus lors de la campagne de Juillet 2020 .....	31
Figure 6. Dépassements de l'AM du 12/12/14 obtenus lors des campagnes d'Avril 2017 et Juillet 2020 .....	32
Figure 7. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 0 – 1,0 m (Source : RESOLVE) .....	34
Figure 8. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 1,0 – 2,0 m (Source : RESOLVE) .....	35
Figure 9. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 2,0 – 3,0 m (Source : RESOLVE) .....	36
Figure 10. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 3,0 – 4,0 m (Source : RESOLVE) .....	37
Figure 11. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 4,0 – 5,0 m (Source : RESOLVE) .....	38
Figure 12. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 5,0 – 6,0 m (Source : RESOLVE) .....	39
Figure 13. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 6,0 – 7,0 m (Source : RESOLVE) .....	40
Figure 14. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 0 – 1,0 m (Source : RESOLVE) .....	41
Figure 15. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 1,0 – 2,0 m (Source : RESOLVE) .....	42
Figure 16. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 2,0 – 3,0 m (Source : RESOLVE) .....	43
Figure 17. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 3,0 – 4,0 m (Source : RESOLVE) .....	44
Figure 18. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 4,0 – 5,0 m (Source : RESOLVE) .....	45
Figure 19. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 5,0 – 6,0 m (Source : RESOLVE) .....	46
Figure 20. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 6,0 – 7,0 m (Source : RESOLVE) .....	47
Figure 21. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 7,0 – 8,0 m (Source : RESOLVE) .....	48
Figure 22. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 8,0 – 9,0 m (Source : RESOLVE) .....	49
Figure 23. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 9,0 – 10,0 m (Source : RESOLVE) .....	50



Figure 24. Schéma conceptuel (usage non sensible : création d'une plateforme de stockage des terres)..... 59

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Liste des sites basias aux abords de l'îlot 3.....	11
Tableau 2. Tableau de synthèse des investigations antérieures .....	13
Tableau 3. Stratégie d'investigations proposée.....	16
Tableau 4. Géoréférencement des sondages et piézairs (Géographique – degré décimaux).....	17
Tableau 5. Temps de purge et volumes purgés .....	22
Tableau 6. Programme analytique appliqué sur les échantillons de sols.....	24
Tableau 7. Résultats analytiques sur sols bruts (2 pages).....	26
Tableau 8. Résultats analytiques sur éluât.....	28
Tableau 9. Bilan quantitatif des déblais en jeu – Scénario 1 : 1 niveau de sous-sol .....	33
Tableau 10. Bilan quantitatif des déblais en jeu – Scénario 2 : 2 niveaux de sous-sol .....	33
Tableau 11. Résultats analytiques des gaz du sol.....	52
Tableau 12. Caractéristiques du piézomètre (27/07/2020).....	54
Tableau 13. Résultats analytiques sur les eaux souterraines .....	55
Tableau 14. Schéma conceptuel .....	58

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Plan cadastral de la zone d'étude.....	9
Annexe 2. Coupes techniques des piézairs.....	18
Annexe 3. Fiches de prélèvements des sols – juillet 2020.....	21
Annexe 4. Fiches de prélèvements des piézairs .....	22
Annexe 5. Fiches de prélèvements des eaux souterraines .....	22
Annexe 6. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES – sols .....	25
Annexe 7. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES – gaz du sol .....	51
Annexe 8. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES – eaux souterraines.....	54



## RESUME NON-TECHNIQUE DE L'ETUDE

<p><b>Contexte</b></p>	<p>Préalablement à l'aménagement de l'Ecoquartier Les Fabriques consistant en la reconversion d'une vaste emprise anciennement industrielle aux abords du marché aux puces, XXL Marseille souhaite affiner l'état des lieux existant relatif à la qualité du sous-sol.</p> <p>Dans ce cadre, XXL Marseille, assisté de la société RESOLVE, Assistant à Maitrise d'Ouvrage Sites et Sols Pollués de XXL Marseille, a ainsi mandaté ENVISOL pour la réalisation de cet état des lieux.</p> <p>La présente mission concerne le lot 3 localisé en bordure Nord-Est de l'ensemble de l'opération Les Fabriques.</p>
<p><b>Site</b></p>	<p>Adresse : Avenue du Cap Pinède au Nord et à l'Est de la rue de Lyon          Surface : 13 855 m<sup>2</sup>          Description/usages : site désaffecté          Environnement du site :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nord-Ouest, société de gardiennage où le garage Renault occasion était présent ainsi qu'une station-service,</li> <li>• Nord-est : parking,</li> <li>• Sud-est : station-service TOTAL ;</li> <li>• Sud-Ouest et Sud, bâtiments occupés par des sociétés de fourniture de matériel destiné à l'éclairage public et boucherie industrielle.</li> </ul>
<p><b>Environnement du site</b></p>	<p>Lithologie rencontrée lors des sondages : marnes sableuses reposant sur un substratum calcaire. Localement, des remblais ont été rencontrés.          Hydrogéologie : présence d'eaux souterraines à faible profondeur (environ 2 m de profondeur dans l'emprise du lot).</p>
<p><b>Investigations de terrain (2020) (1/2)</b></p>	<p><b>Sols :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Investigations</u> : réalisation de 16 sondages de sols jusqu'à une profondeur maximale de 4,8 m, au droit des mailles non investiguées et à proximité des matériaux non-inertes identifiés.</li> <li>• <u>Observations</u> :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Présence de remblais rencontrés ponctuellement sur plusieurs sondages. Valeur quasi-nulle relevée au PID, aucune odeur ressentie ;</li> <li>○ Présence d'irisation au droit du piézomètre Pz+ESP2 ;</li> <li>○ Aucune venue d'eau rencontrée au cours des investigations sur les sols.</li> </ul> </li> <li>• <u>Résultats</u> :</li> <li>• dans les sols, les résultats analytiques ont mis en évidence :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ des anomalies ponctuelles sur les éléments traces métalliques Cuivre, Mercure et Plomb avec de fortes anomalies essentiellement sur les échantillons prélevés au droit des remblais : R32 (0 – 3,0) m et R36 (0 – 2,6) m ;</li> <li>○ des teneurs quantifiées en HAP, HC C10-C40 dans des teneurs néanmoins non significatives ;</li> <li>○ une anomalie ponctuelle en PCB sur l'échantillon R39 (0,1 – 0,2) m associé à des remblais ;</li> <li>○ l'absence d'anomalie sur les autres substances recherchés (BTEX, COHV, Cyanures) ;</li> <li>○ d'un point de vue caractérisation des déblais, des dépassements essentiellement sur les paramètres Fraction Soluble et Sulfates associés.</li> </ul> </li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>• dans les eaux souterraines :<ul style="list-style-type: none"><li>○ la présence d'anomalies en Arsenic et Plomb dans des teneurs supérieures aux valeurs de référence de l'Arrêté du 17/12/2008 et de l'Annexe I de l'Arrêté du 11/01/2007 sur le piézomètre ESP2 + Pz. Un dépassement de la valeur de référence de l'Annexe I de l'Arrêté du 11/01/2007 en Nickel est également observé sur le piézomètre ESP2 + Pz ;</li><li>○ la présence de Tétrachlorométhane, Chlorure de Vinyle, Trichloroéthylène et Chloroforme sur le piézomètre amont Pz-Geze-1 ;</li><li>○ la présence de HAP quantifiés sur les deux piézomètres avec une teneur, pour la somme des HAP, 10 fois plus élevée sur le piézomètre ESP2+Pz, latéral hydraulique.</li></ul></li><li>• dans les gaz du sol, la présence d'hydrocarbures aliphatiques C5-C6 et &gt;C8 - C10 et trichloroéthylène.</li></ul>
<b>Conclusions et Recommandations</b>	<p>A l'issue des opérations de stockage des matériaux générés lors de l'aménagement de l'Ecoquartier, il conviendra de procéder à des investigations sur les milieux afin d'évaluer l'impact de ce stockage sur leur qualité. Par ailleurs, en fonction de l'aménagement final du Lot 3 au droit duquel des logements collectifs, bureaux tertiaires et commerces seront créés, il est recommandé :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• d'évacuer en filières adaptées l'ensemble des déchets et détritiques superficiels retrouvés sur site ;</li><li>• de procéder à une Evaluation Quantitative des risques Sanitaires permettant de statuer sur la compatibilité de l'état des milieux avec l'usage futur envisagé notamment au regard des teneurs retrouvées dans les gaz du sol ;</li><li>• en cas d'évacuation de matériaux hors site, d'orienter les matériaux vers les filières spécifiques habilitées à les recevoir ;</li><li>• d'investiguer les mailles non caractérisées ce jour à savoir les mailles M83 et M86 au droit desquelles une station-service avec atelier et aire de lavage étaient implantées ainsi que les mailles M80, M81 et M84.</li></ul>



## 1 CONTEXTE

Préalablement à l'aménagement de l'Ecoquartier Les Fabriques consistant en la reconversion d'une vaste emprise anciennement industrielle aux abords du marché aux puces, XXL Marseille souhaite affiner l'état des lieux existant relatif à la qualité du sous-sol.

Dans ce cadre, XXL Marseille, assisté de la société RESOLVE, Assistant à Maitrise d'Ouvrage Sites et Sols Pollués de XXL Marseille, a ainsi mandaté ENVISOL pour la réalisation de cet état des lieux.

La présente mission concerne le lot 3 localisé en bordure Nord-Est de l'ensemble de l'opération Les Fabriques.

L'étude a été menée conformément à la méthodologie nationale relative à la gestion des Sites et Sols Pollués (textes d'avril 2017) et correspond à une prestation globale de type DIAG et aux prestations élémentaires A100, A200, A210, A230 et A270 de la norme NFX 31-620-2 (décembre 2018).

**Ce rapport présente les investigations et l'interprétation des résultats sur les sols, eaux souterraines et les gaz du sol réalisés sur le Lot 3 de l'opération Les Fabriques à MARSEILLE (13).**

## 2 OBJECTIFS

Les objectifs relatifs à la réalisation de la mission sont les suivants :

- Caractériser et compléter l'état des milieux au droit du lot 3,
- Cartographier les zones impactées et proposer si besoin les éventuelles mesures de gestion envisageables,
- Emettre les premières recommandations concernant les études complémentaires et/ou la gestion des impacts mis en évidence le cas échéant.

## 3 SOURCES D'INFORMATIONS

Les documents consultés sont ceux communiqués à ENVISOL pour la réalisation de cette prestation :

- Diagnostic et Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) - document ERG Environnement (16MES227EaENV/VP/BT/40696 du 25/04/2017),
- Plan d'analyse des réseaux existants – document RESO' DETECTION du 03/01/2020.

## 4 LOCALISATION DU SITE

Le site est localisé sur la commune de Marseille (13).

L'adresse exacte est la suivante :

Avenue du Cap Pinède  
13 015 MARSEILLE

Le lot 3 présente deux zones distinctes : l'une au Nord-Est située à une cote altimétrique de 21 m NGF et une seconde zone à l'Ouest située à une cote d'environ 25 m NGF (Nivellement Général de la France).





L'îlot 3 correspond à une partie des parcelles cadastrales n°107 à 113 et 87 de la section 901 A de la commune de Marseille. La superficie totale de l'îlot est de 13 855 m<sup>2</sup>.

### Annexe 1. Plan cadastral de la zone d'étude

Le Lot 3 est bordé par :

- Au Sud, par la rue André Allar,
- A l'Est, par la rue de Lyon,
- Au Nord, par l'avenue du Cap Pinède,
- A l'Ouest, par le chemin de la Madrague ville.

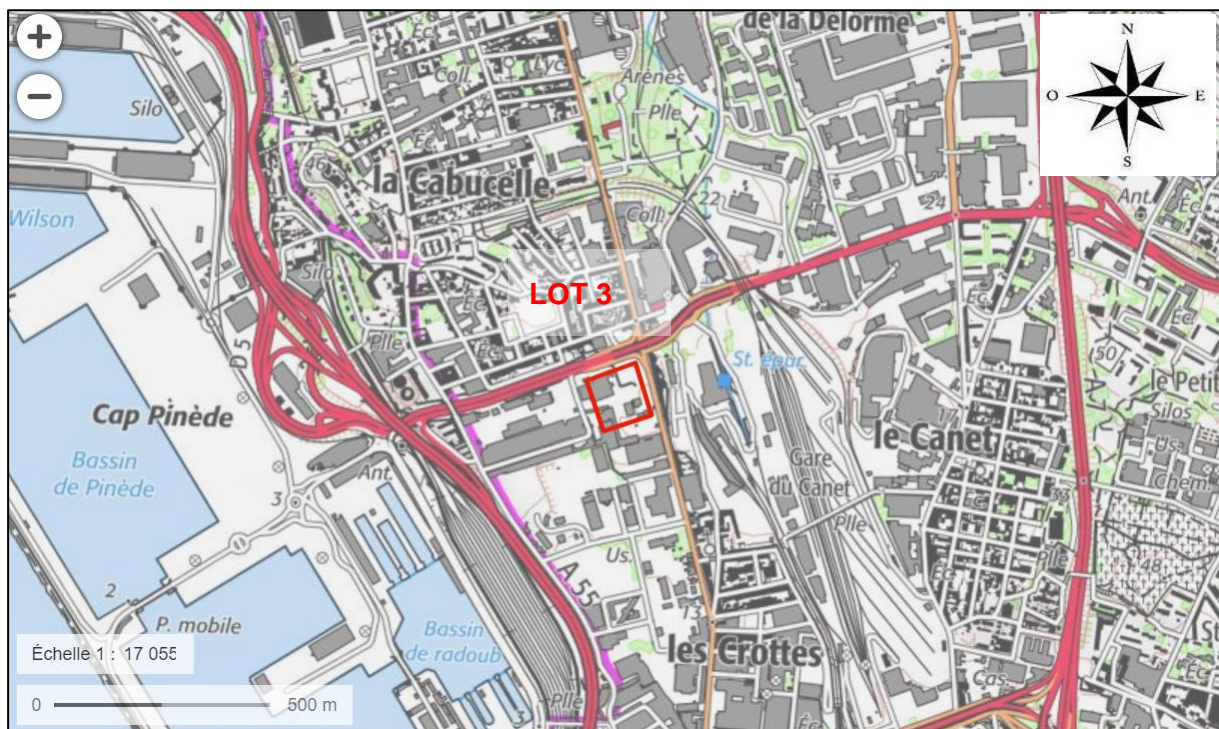


Figure 1. Localisation du site (source : Géoportail)

## 5 DESCRIPTION DU SITE

Le périmètre d'étude est associé à une ancienne friche. Les parties Sud et Sud-Est du lot sont inaccessibles et ont été réhabilitées. Elles hébergent actuellement le parking du LIDL. De nombreux déchets type déchets plastiques, textiles, chaussures, bouteilles en verre, palettes etc. ont été retrouvés au droit du lot 3. Ce dernier dispose d'une clôture en dur sur l'ensemble de son périmètre.

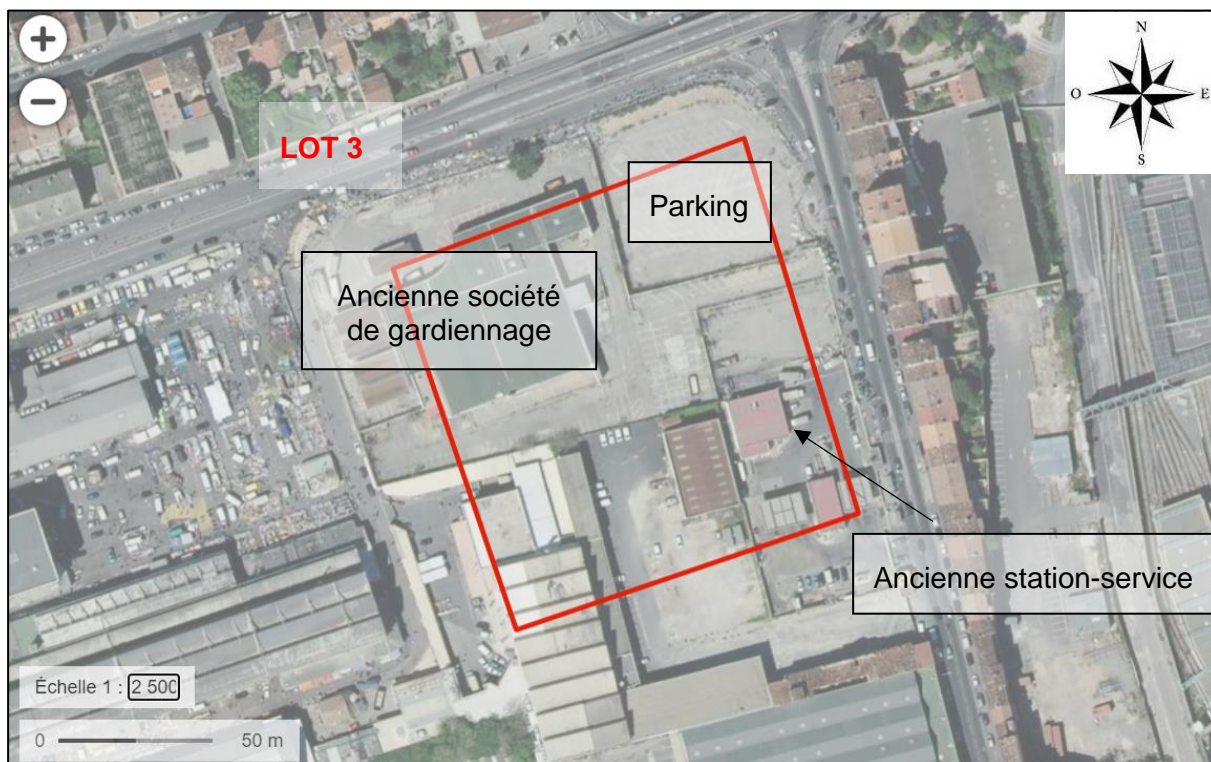
Le lot 3 dispose d'un recouvrement surfacique de type enrobé mais également de surfaces nues qui ont été terrassées en partie.



## 6 AMENAGEMENT FUTUR

Le Lot 3 est voué à accueillir temporairement une plateforme de stockage et tri des matériaux qui seront générés par l'aménagement de l'ensemble de l'Ecoquartier.

A terme, cet îlot accueillera des usages plus sensibles comprenant des logements, bureaux et commerces.





## 7 SYNTHÈSE DES ÉTUDES ANTERIEURES

Une synthèse historique succincte a été élaborée par ERG Environnement dans le cadre d'une étude antérieure (Diagnostic et Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) - document ERG Environnement (16MES227EaENV/VP/BT/40696 du 25/04/2017).

Celle-ci fait mention de la présence de 8 sites BASIAS dans les alentours proches du lot 3. Ces derniers sont recensés dans le tableau suivant :

**Tableau 1. Liste des sites basias aux abords de l'îlot 3**

Nom du site	Activité	Informations diverses	Polluants potentiels
PAC1301080 PAC1310645	Forges et chantiers de Provence puis Ateliers de Provence puis Alstom Fabrication, transformation et/ou dépôt de matières plastiques (PVC, polystyrène, etc.) Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques Chaudronnerie tonnellerie Mécanique industrielle Dépôt de liquides inflammables (acétylène et fioul domestique) Activité déclarée en 1941 pour les chantiers de Provence et en 1971 pour ALSTHOM	L'activité était présente sur une emprise plus grande que le lot 3. La partie Nord-est du lot 3 n'est pas concernée. Un plan de 1961 fait apparaître au droit du lot C : à l'est, un atelier chaudronnerie, au nord un magasin annexe et au sud-ouest, des ateliers d'entretien. Les plans montrent la présence d'un générateur d'acétylène en bordure de la rue de Lyon, au niveau des ateliers chaudronnerie et une fosse à charbon à l'ouest des ateliers.	HCT, HAP, BTEX, COHV, ETM
PAC1302220	Chantiers navals et chaudronnerie du Midi Chaudronnerie de gros œuvre et générateur d'acétylène Activité déclarée en 1921 pour de la chaudronnerie/garage et ateliers mécaniques/production et distribution d'acétylène Site reconverti en station-service en 1970	Selon le plan de 1921, les ateliers de chaudronnerie et forges étaient localisés au droit de l'actuelle station-service. Présence d'ateliers mécaniques au niveau du site référencé 1317454. Un générateur d'acétylène et une fosse de vidange étaient localisés au niveau de la station-service, en bordure de la rue de Lyon.	HCT, HAP, BTEX, COHV, ETM
PAC1312465	Société Antar en 1970 puis TOTAL France en 2006 Station-service Total comprenant 4 stockages enterrés de carburants de capacité totale de 150 m <sup>3</sup>	Activité déclarée en 1970 prenant la suite de la société des chantiers navals et chaudronnerie du Midi (site BASIAS PAC132220). Site superposé à l'angle sud-est du lot 3.	HCT, HAP, BTEX, ETM
PAC1312467	Station-service ELF/SA CAP PINEDE/RENAULT avec garage d'entretien Station-service Total comprenant des stockages enterrés de carburants d'une capacité totale de 88 m <sup>3</sup>	Activité déclarée en 1973 pour partie superposée aux BASIAS 132220 et 1317470. Site superposé en partie nord-ouest du lot 3. D'après les plans, les installations de la station-service étaient localisées à l'ouest de l'emprise du site BASIAS.	HCT, HAP, BTEX, ETM, COHV



Nom du site	Activité	Informations diverses	Polluants potentiels
PAC1317470	Société RENAULT : garage atelier mécanique et soudure	Activité pour partie superposées aux BASIAS 132220 et 1317467. Site superposé sur la moitié nord du lot 3.	HCT, HAP, BTEX, ETM, COHV
PAC1317454	Société CASH DU SOLEIL Transformation et conservation de la viande et préparation de produits à base de viande, de la charcuterie	L'emprise engloberait l'angle sud-ouest du lot 3.	-
PAC1312465	Société TOTAL France Station-service comprenant 4 stockages enterrés de carburants de capacité totale de 150 m <sup>3</sup>	Activité en cours de la station-service TOTAL. Site superposé à l'angle sud-est du lot 3.	HCT, HAP, BTEX, ETM

Sur la base des données historiques collectées et des caractéristiques connues du projet envisagé, la campagne d'investigations menée par le bureau d'études ERG ENVIRONNEMENT a consisté en la réalisation de 13 investigations (dont 3 équipées en piézaires et deux en piézomètres) jusqu'à la profondeur maximale de 15 m. Ces investigations ont été réparties de manière systématique selon un maillage régulier de 21 mailles (M66 à M86), d'une emprise comprise entre 625 m<sup>2</sup> à 1232 m<sup>2</sup> à raison d'un sondage par maille. Toutefois, en raison des contraintes d'accessibilité (bâtiments existants avec occupation), les mailles suivantes n'ont pas pu être investiguées :

- M83 et M86 au droit desquelles une station-service avec atelier et aire de lavage étaient implantées ;
- M66, 67, 71 et 72 qui hébergeaient les activités du garage Renault ;
- M80, 81 et 84 (absence d'information concernant l'occupation passée sur ces mailles).

Le détail des investigations menées est présenté dans le tableau ci-dessous.



**Tableau 2. Tableau de synthèse des investigations antérieures**

Nom	Profondeur atteinte	Refus	Epaisseur de remblais (m)	Constats organoleptiques	Equipement	Composés recherchés
E2	5,0	Refus marne calcaire	0,4	Légère odeur hydrocarbures 0,4 - 1	Piézair	Pack ISDI, ETM 8
E3	3,8	Refus marne calcaire	0,3	Légère odeur hydrocarbures 0,3 – 0,4	-	
E4	2,8	Refus marne calcaire	1,1	-	-	
E5	6,0	-	0,3	-	-	
E6	5,5	Refus marne calcaire	0,3	-	-	
E8	2,8	Refus marne calcaire	0,6	-	Piézair	
E9	2,2	Refus marne calcaire	0,4	-	-	
E10	6,6	-	0,7	-	Piézair	
E12	2,0	-	0,3	-	-	
ESP1	15,0	-	3,3	-	-	
ESP2	12,0	-	0,5	-	Piézomètre	
ESP3	14,3	-	0,3	-	Piézomètre	
ESP4	12,0	-	2,2	-	-	



Les résultats obtenus au travers de l'étude menée par ERG Environnement en avril 2017 sont les suivants :

- Pour la matrice sol :
  - Des teneurs pour les composés organiques (hydrocarbures totaux, hydrocarbures aromatiques polycycliques, Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylène, Polychlorobiphényles) ;
  - L'absence d'impact notable en métaux au droit du périmètre d'étude à l'exception d'anomalies ponctuelles en Cadmium, Cuivre et Plomb ;
  - La présence de matériaux non-inertes au sens de l'Arrêté Ministériel (AM) du 12/12/14 du fait de dépassements sur les paramètres Fraction Soluble et Sulfates. En cas d'évacuation hors site, les exutoires pressentis comprennent l'Installation de Stockage de Déchets Inerte dite Aménagée (ISDI A) et l'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND). Par ailleurs, du fait de la présence d'une station-service sur les mailles 83 et 86 (non investiguées), une orientation en biocentre pour les matériaux issus de ces mailles a été retenue.
- Pour la matrice eau souterraine : l'absence de dépassement des valeurs de référence de l'annexe 2 de l'arrêté du 11/01/07 pour l'ensemble des paramètres recherchés ;
- Pour la matrice gaz du sol :
  - L'absence de composés volatils dans l'air des sols avec des concentrations inférieures aux seuils de quantification.

Une cartographie des dépassements vis-à-vis de l'AM du 12/12/14 est présentée ci-dessous.

**Légende**

- Investigations – ERG (2017)
- Piézomètres – ERG (2017)

**ESP1**

1 – 2 m

Fraction soluble: 21 000 mg/kg  
Sulfates : 15 400 mg/kg

2 – 3 m

Fraction soluble: 28 300 mg/kg  
Sulfates : 15 600 mg/kg

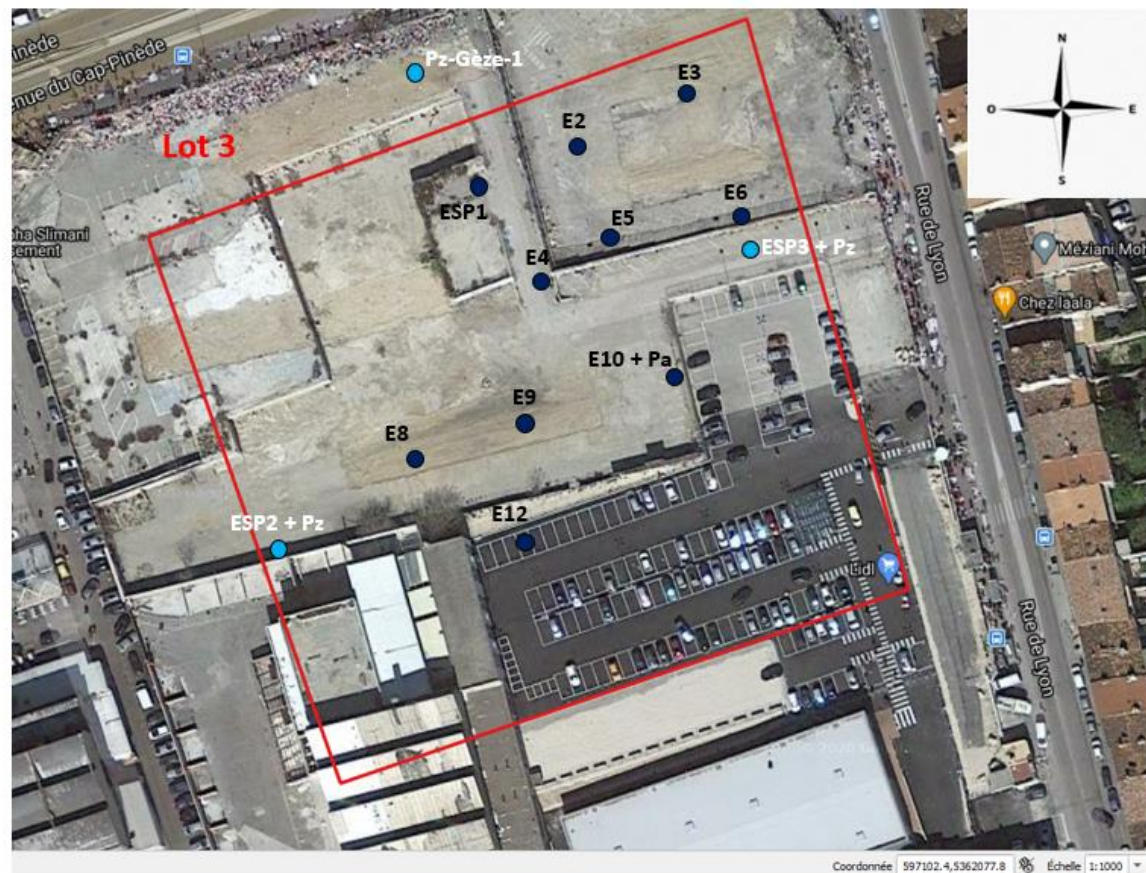
3 – 4,5 m

Fraction soluble: 23 600 mg/kg  
Sulfates : 16 100 mg/kg

**ESP2 + Pz**

1 – 2 m

Fraction soluble: 5 270 mg/kg  
Sulfates : 2840 mg/kg



**E3**

1 – 2 m

Fraction soluble: 4 590 mg/kg  
Sulfates : 2 490 mg/kg

**E4**

0,1 – 1 m

Fraction soluble: 15 300 mg/kg  
Sulfates : 9 000 mg/kg

**Figure 2. Cartographie des dépassements de l'AM du 12/12/14 relevés lors de la campagne menée par ERG ENVIRONNEMENT en Avril 2017**



## 8 VISITE DE SITE (A100)

La visite du lot 3 a été effectuée le jour du début des investigations à savoir le 23/07/2020.

Au cours de cette visite, de nombreux déchets au sol ont été retrouvés de natures diverses (bouteilles en plastique, verre, chaussures, textiles, palettes etc.). Ces derniers devront être évacués en filières spécifiques.

## 9 INVESTIGATIONS SUR LES SOLS, GAZ DU SOL ET EAUX SOUTERRAINES (A200, A210, A230)

### 9.1 Stratégie des investigations

La stratégie proposée ci-après est basée sur une caractérisation des zones préalablement non investiguées ainsi que la réalisation d'investigations complémentaires à proximité des sondages ayant mis en évidence la présence de matériaux non inertes au sens de l'AM du 12/12/14 au travers du diagnostic antérieur mené par ERG ENVIRONNEMENT.

Le tableau ci-après présente la stratégie d'investigations validée par la société RESOLVE.

**Tableau 3. Stratégie d'investigations proposée**

Sondage/Piézair	Zone investiguée	Profondeur des investigations (m)
R32	Maille 66 non investiguée initialement	4,8
R33	Maille 67 non investiguée initialement	3,0
R34	Investigation complémentaire M68	1,9
R35	Investigation complémentaire M69	3,8
R36	Investigation complémentaire M73	3,2
R37	Investigation complémentaire M70	3,0
R38	Maille 71 non investiguée initialement	1,05
R39	Maille 72 non investiguée initialement	1,3
R40	Investigation complémentaire M73	2,0
R41	Investigation complémentaire M74	1,7
R42	Investigation complémentaire M76	1,7
R43	Investigation complémentaire M77/78	3,5
R44	Investigation complémentaire M78/79	1,5
R45	Investigation complémentaire M69	1,6
PR33	Caractérisation gaz du sol M67/M72	1,5
PR37	Caractérisation gaz du sol M75	1,5
PR44	Caractérisation gaz du sol M79/M83	1,5





## 9.2 Géolocalisation des investigations

L'ensemble des investigations a fait l'objet d'un géo-référencement. Les coordonnées de chacun des sondages sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4. Géoréférencement des sondages et piézaires (Géographique – degré décimaux)

Sondage	Latitude	Longitude
R32	43.327789°	5.364411°
R33	43.327979°	5.364493°
R34	43.328078°	5.364858°
R35	43.328239°	5.365316°
R36	43.327875°	5.364854°
R37	43.328143°	5.365520°
R38	43.327625°	5.364407°
R39	43.327654°	5.364636°
R40	43.327797°	5.365026°
R41	43.327875°	5.365348°
R42	43.327451°	5.364611°
R43	43.327597°	5.365130°
R44	43.327597°	5.365334°
R45	43.328130°	5.365087°
PR33	43.327833°	5.364525°
PR37	43.328036°	5.365595°
PR44	43.327620°	5.365430°

## 9.3 Nature des investigations

Les investigations de reconnaissance mises en œuvre au droit du site afin de vérifier l'état du sous-sol ont consisté en la réalisation de prélèvements d'échantillons de sols, eaux souterraines et de gaz du sol pour analyses ultérieures au laboratoire. Elles ont été réalisées les 23 juillet pour les investigations de sol, 27 juillet pour les prélèvements d'eaux souterraines et 19 août pour les prélèvements des gaz du sol.

Le programme d'investigations mis en œuvre a été validé par la société RESOLVE.

Les investigations de terrain ont consisté en la réalisation de **16 sondages de sols (R32 à R45 et PR33, PR37 et PR44)** à la tarière mécanique par deux intervenants de la société ASTARUSCLE sous la supervision permanente d'un ingénieur ENVISOL.

Deux prélèvements sur les eaux souterraines ont été effectués au droit des piézomètres existants mis en place lors de la campagne d'investigations menée par ERG Environnement en 2017. Il s'agit des ouvrages nommés Pz Gèze-1 et Esp2+Pz.

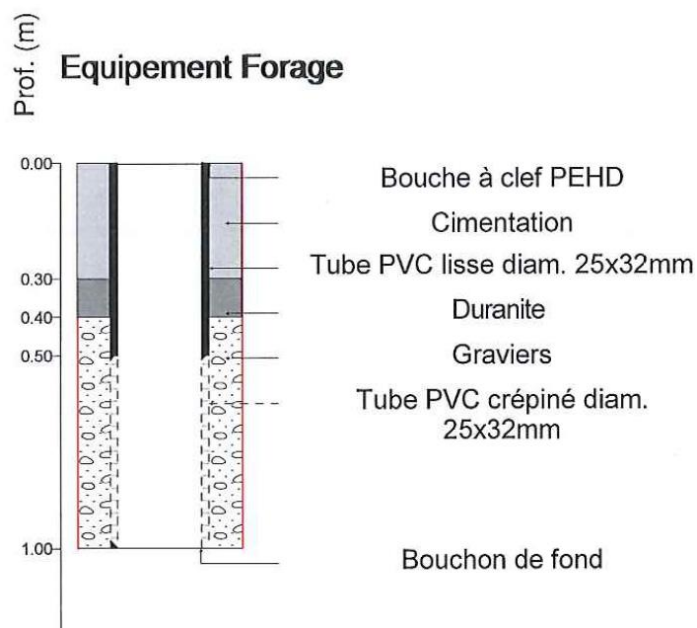
De même, afin d'évaluer la présence de composés volatils au droit du site, un prélèvement sur le piézair E10-Pa installé par ERG Environnement a été réalisé. Afin de compléter ces données, 3 autres ouvrages ont été par ailleurs installés jusqu'à 1,5 m de profondeur via l'équipement des sondages PR33, PR37 et PR44.

Un piézair est un dispositif semblable à un piézomètre, permettant de prélever l'air contenu dans la porosité des sols. Ces ouvrages ont été réalisés afin de déterminer la qualité des gaz du sol et d'évaluer les expositions par inhalation des futurs usagers.

Les ouvrages ont ensuite été équipés de la manière suivante :

- descente d'un tube PEHD de 25/32 mm plein puis perforé (crépine - slot 1mm) de la manière suivante : 1 à 1,5 m de tube plein en tête d'ouvrage puis 40 à 50 cm crépiné jusqu'au fond de l'ouvrage pour les piézairs de 1,5 et 2,5 m de profondeur,
- mise en place d'un massif de graviers fins roulés calibrés (2-4 mm) au minimum jusqu'à 20 cm au-dessus du niveau des crépines,
- mise en place d'un bouchon d'étanchéité en Oregonite d'environ 30 cm d'épaisseur au-dessus du massif filtrant,
- mise en place d'une bouche à clef ras de sol en tête avec cimentation.

Une coupe du piézair E10-Pa, installé par ERG Environnement est présentée ci-dessous.



**Figure 3. Coupe schématique du piézair E10-Pa**

## **Annexe 2. Coupes techniques des piézairs**

Ces piézairs sont des ouvrages pérennes, qui pourront être réutilisés en cas de besoin pour de nouveaux prélèvements.

La localisation de l'ensemble des investigations est reportée sur la figure 4.



Le personnel intervenant sur le site disposait de l'équipement de sécurité adéquat pour ce type d'intervention (chaussures de sécurité, gants, casque, casque anti-bruit, masques...) ainsi que des formations nécessaires pour le déroulement de la mission (SS4, AIPR, H0B0, SST, ...).

- Légende**
- Investigations – ERG (2017)
  - Piézomètres – ERG (2017)
  - Investigations sols - Envisol 2020
  - Investigations gaz du sol - Envisol 2020



Figure 4. Plan de localisation des investigation (sol et gaz du sol) – juillet 2020



### **9.3.1 Echantillonnage des sols**

Après chaque passe de 1 m environ, les sols des forages ont été examinés afin de reconstituer la lithologie du sous-sol.

Pour chacune des investigations, après avoir décrit la nature (structure et texture) et les caractéristiques organoleptiques (odeurs et couleurs) des terrains traversés et complété la fiche d'échantillonnage, l'ingénieur d'ENVISOL a procédé au prélèvement des échantillons de sols.

Un niveau de sol a été jugé suspect lorsqu'il présentait des traces de souillures, des caractéristiques organoleptiques anormales (couleur, odeur, texture) ou qu'il contenait des matériaux suspects (morceaux de briquettes, mâchefers, remblais...). Tous les trous ont été rebouchés avec les cuttings de forage en respectant la lithologie en place et une réfection des surfaces réalisée (béton ou enrobé).

#### **Annexe 3. Fiches de prélèvements des sols – juillet 2020**

##### Observations de terrain :

Les sondages réalisés sur l'ensemble du lot ont mis en évidence les éléments suivants :

- Passage dalle et/ou enrobé sur plusieurs sondages ;
- La géologie rencontrée sur l'ensemble des sondages se compose majoritairement d'une formation de marnes sableuses reposant sur un substratum calcaire ;
- Localement, une couche de remblais a été rencontrée sur les sondages R32 (jusqu'à 3,0 m), R36 (jusqu'à 2,6 m d'épaisseur) et sur le sondage R39 (faible épaisseur) ;
- Les mesures réalisées au PID n'ont pas révélé la présence de composés volatils (valeur maximale quantifiée égale à 0,2 ppm).

Au cours des forages, aucune arrivée d'eau n'a été recoupée.

L'ensemble des échantillons collectés a été conditionné dans des flacons en verre blanc mis à disposition par le laboratoire et maintenus en glacière réfrigérées jusqu'au laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES. Ils ont été pris en charge par transporteur le 27 juillet 2020.

### **9.3.2 Echantillonnage des gaz du sol**

Les prélèvements d'air des sols ont été réalisés le 19 Août 2020, soit au-delà de 24h après la mise en place des ouvrages.

Les prélèvements de gaz ont été réalisés par prélèvements actifs sur tubes de charbon actif.

##### Purge et prélèvement des piézairs

Les prélèvements ont été effectués conformément à la norme NF ISO 18400-204 de 2017, au guide pratique de caractérisation des gaz du sol de l'INERIS de 2016 et au guide technique rédigé par l'INERIS, Caracitychlor, 2013.

Dans un premier temps, chaque piézair a été purgé à l'aide d'un PID à un débit de 0,5 L/min. Le PID est relié à la vanne du piézair par un tube en téflon. Le volume de purge est fixé à 5 fois le volume mort (volume de l'ouvrage) ou jusqu'à stabilisation de la valeur PID.

Les prélèvements ont ensuite été effectués à l'aide de pompes Gilair sur support de type charbon actif. Un blanc, représentatif des conditionnements de prélèvement et transport, a également été confectionné.



Le tableau suivant présente les temps de purge préalable aux prélèvements, ainsi que les volumes purgés pour chaque ouvrage.

**Tableau 5. Temps de purge et volumes purgés**

Lot	Ouvrages	Profondeur de prélèvement	Débit de purge (l/min)	Temps de purge (min)	Volume purgé (L)
Lot 3	PR37	1,5	0,5	7	3,5
	PR44	1,5	0,5	7	3,5
	E10-Pa	1,0	0,5	12	6

*Remarque : Aucun prélèvement de gaz du sol n'a été réalisé au droit de l'ouvrage PR33 en raison de la présence d'eau constatée (pompage de l'eau dans l'ouvrage à l'aide d'une pompe péristaltique qui s'est réalimenté en 45 min).*

### **Conditions climatiques**

Les conditions climatiques lors des prélèvements étaient les suivantes : température moyenne de 20°C, pression atmosphérique de 1010 Pa et humidité de 81 %.

### **Annexe 4. Fiches de prélèvements des piézais**

#### ***9.3.3 Echantillonnage des eaux souterraines***

Le prélèvement a été réalisé le 27 juillet 2020. Une purge de l'eau contenue dans la colonne du piézomètre a été effectuée avant le prélèvement. Les niveaux statiques et de fond de l'ouvrage ont été mesurés avant la purge à l'aide d'une sonde à interface permettant la détection d'une phase flottante si nécessaire.

Durant la purge du piézomètre, des mesures de température, de potentiel RedOx, de pH et de conductivité ont été effectuées sur des échantillons d'eaux recueillis au début, pendant et à la fin de la purge.

Les eaux de purge ont été traitées sur charbon actif avant rejet au réseau pluvial du site.

### **Annexe 5. Fiches de prélèvements des eaux souterraines**

L'échantillonnage du piézomètre a été réalisé selon la norme AFNOR FD-X-31-615 et le Guide DGPR : Surveillance de la qualité des eaux souterraines appliquée aux ICPE et sites pollués de mai 2018.

Après retour du niveau d'eau à sa position initiale, l'échantillon d'eau a été prélevé dans le piézomètre.

L'échantillon prélevé a été conservé dans des flacons adaptés aux analyses à réaliser et transporté par glacière, au frais et à l'obscurité. Il a été envoyé au laboratoire d'analyse le jour des prélèvements, le 27 juillet 2020.

## **9.4 Programme analytique et seuils de référence pour les sols**



### **9.4.1 Programme analytique**

Les analyses chimiques de sols, menées conformément aux normes actuellement en vigueur, ont porté sur les principaux traceurs des anciennes activités et impacts déjà identifiés.

Le programme analytique engagé sur les échantillons de sols a été le suivant :

- **Métaux lourds** : Arsenic (As), Plomb (Pb), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Nickel (Ni), et Zinc (Zn), conformes à la norme EN-ISO 11885 ; Mercure (Hg) conforme à ISO 16772,
- **Composés Aromatiques Volatils (BTEX)** : Conforme à ISO 22155,
- **Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)** : Conforme à ISO 22155,
- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)** : méthode interne équivalente à ISO 13877,
- **Hydrocarbures C10-C40 (HCT)** : ISO 16703,
- **Cyanures totaux et libres** : ISO 17380,
- **Test d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI)** - paramètres définis dans l'annexe II de l'arrêté du 12 décembre 2014, à savoir :
  - sur sol brut : COT, HC C10-C40, BTEX, HAP, PCB ;
  - sur éluat après lixiviation : métaux et métalloïdes (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn), fluorures, indice phénol, COT, fraction soluble, chlorures et sulfates.

Chaque échantillon a également fait l'objet d'une analyse granulométrique.

Les analyses ont toutes été confiées au laboratoire MERIEUX NUTRSCIENCES accrédité COFRAC.

Le tableau suivant détaille le programme analytique engagé sur chaque échantillon.



**Tableau 6. Programme analytique appliqué sur les échantillons de sols**

Sondage	Profondeur atteinte (m)	Echantillon	PID (ppm)	Analyses		
				Bilan ISDI + 8 ETM sur brut	COHV	Cyanures
R32	4,8	0 – 1,0	0	X	X	X
		2,0 – 3,0	0	X		
		4,0 – 4,8	0	X		
R33	3,0	0 – 1,0	0	X		
		2,0 – 3,0	0	X		
R34	1,9	0 – 1,0	0	X		
		1,0 – 1,9	0	X		
R35	3,8	0,5 – 0,8	0,2	X		X
		0,8 – 1,8	0	X		
		2,8 – 3,8	0	X	X	X
R36	3,2	1,0 – 2,0	0	X	X	X
		2,6 – 3,2	0,1	X		
R37	3,0	0 – 1,0	0	X		
		2,0 – 3,0	0	X		
R38	1,05	0,1 – 1,05	0	X		
R39	1,3	0,1 – 0,2	0,2	X		
		1,0 – 1,3	0,2	X		
R40	2,0	0,15 – 1,0	0	X		
		1,0 – 2,0	0	X		
R42	1,7	0 – 1,0	0	X		
		1,3 – 1,7	0	X		
R43		0,3 – 1,3	0	X		
R44	1,7	0 – 0,9	0	X		
		0,9 – 1,7	0	X	X	X





Sondage	Profondeur atteinte (m)	Echantillon	PID (ppm)	Analyses		
				Bilan ISDI + 8 ETM sur brut	COHV	Cyanures
R45	3,5	0,5 – 0,8	0,1	X		
		0,8 – 1,8	0	X		
		2,8 – 3,5	0	X		
PR33	1,5	1,0 – 1,5	0	X		
PR37	1,6	1,0 – 1,6	0	X		
PR44	1,5	0,5 – 1,5	0	X		

Les résultats obtenus sont présentés en pages suivantes. Les bordereaux d'analyse des échantillons sont présentés en annexe 4.

L'ensemble des échantillons a été envoyé au laboratoire et pris en charge par le transporteur le 27/07/2020.

#### Annexe 6. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES – sols

### 9.4.2 Valeurs guides de références

La qualité des sols échantillonnés a été évaluée par la comparaison des résultats d'analyses obtenus au laboratoire avec les valeurs présentées suivantes :

- ❖ Pour les sols :
  - pour les Eléments Traces Métalliques, aux valeurs couramment observées dans les sols de toute granulométrie (INRA-ASPITET 1997),
  - pour les autres composés, en l'absence de valeurs caractérisant le bruit de fond, un simple constat de présence ou d'absence a été réalisé en utilisant les limites de quantification du laboratoire comme seuil de référence.
- ❖ Pour les éventuels futurs déblais : aux seuils d'admission des terres en centre de stockage de déchets inertes (arrêté ministériel du 12/12/2014).

### 9.4.3 Résultats d'analyses

L'ensemble des résultats analytiques obtenus est repris dans les tableaux en pages suivantes.







Tableau 8. Résultats analytiques sur éluât

Paramètres	Unité	seuils ISDI*	R32			R33		R34		R35			R36		R37	
			0 - 1,0	2,0 - 3,0	4,0 - 4,8	0 - 1,0	2,0 - 3,0	0 - 1,0	1,0 - 1,9	0,5 - 0,8	0,8 - 1,8	2,8 - 3,8	1,0 - 2,0	2,6 - 3,2	0 - 1,0	2,0 - 3,0
<b>PARAMETRES GENERAUX</b>																
L/S cumulé	mg/kg MS	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH	mg/kg MS	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Température	mg/kg MS	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conductivité électrique	mg/kg MS	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fraction soluble cumulé	mg/kg MS	4000	27000	17000	3300	810	1000	750	760	2400	2600	1000	28000	23000	1700	720
COT cumulé	mg/kg MS	500	24,0	37,0	9,0	64	60	62	44,0	32,0	11,0	23,0	9,80	17,0	9,3	12,0
Indice phénol cumulé	mg/kg MS	1	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490
Chlorures cumulé	mg/kg MS	800	29,0	50	13,0	10	10	15	21,0	26,0	47,0	97	<11,0	17,0	21,0	29,0
Fluorures cumulé	mg/kg MS	10	4,00	2,30	6,0	11,0	9,80	9,90	10	7,1	7,3	8,9	<3,00	3,00	5,9	6,0
Sulfates cumulé	mg/kg MS	1000	9100	11000	1800	110	78	130	110	1100	800	130	19000	15000	870	160
<b>ELEMENTS TRACES METALLIQUES</b>																
Antimoine cumulé	mg/kg MS	0,06	0,0140	0,0300	0,00360	<0,00082	<0,00082	<0,00082	<0,00080	0,099	0,0130	<0,00082	0,0120	0,0160	<0,00084	<0,00081
Arsenic cumulé	mg/kg MS	0,5	0,037	0,046	0,0073	0,0081	0,0089	0,0150	0,0180	0,120	0,00650	0,0120	0,0170	0,037	0,0140	0,0140
Baryum cumulé	mg/kg MS	20	0,240	0,270	0,330	0,047	0,0260	0,086	0,090	0,250	0,054	0,0280	0,250	0,300	0,180	0,069
Cadmium cumulé	mg/kg MS	0,04	<0,00083	<0,00084	<0,00081	<0,00081	<0,00081	<0,00081	<0,00080	<0,00091	<0,00082	<0,00081	<0,00085	<0,00082	<0,00084	<0,00081
Chrome cumulé	mg/kg MS	0,5	0,053	0,042	<0,00200	0,00240	0,00330	0,0160	0,0096	0,0100	0,0300	0,00350	0,00530	0,0140	<0,00200	<0,00200
Cuivre cumulé	mg/kg MS	2	0,083	0,180	<0,0071	<0,0071	<0,0071	<0,0071	<0,0069	0,0330	<0,0071	<0,0071	0,0180	0,064	<0,0073	<0,0070
Mercure cumulé	mg/kg MS	0,01	0,00590	0,00590	0,00450	0,00470	0,00390	0,00300	0,00100	0,00200	0,00270	<0,00092	<0,00095	<0,00093	<0,00094	<0,00091
Molybdène cumulé	mg/kg MS	0,5	0,200	0,210	0,039	0,0130	0,0072	0,0240	0,0200	1,20	0,087	0,0160	0,170	0,190	0,075	0,0140
Nickel cumulé	mg/kg MS	0,4	0,00250	0,00390	<0,00180	0,00330	<0,00180	0,00320	<0,00180	0,00420	<0,00190	0,00220	0,00370	0,00340	<0,00190	<0,00180
Plomb cumulé	mg/kg MS	0,5	<0,00170	<0,00170	<0,00170	<0,00170	<0,00170	<0,00170	<0,00160	<0,00190	<0,00170	<0,00170	<0,00170	<0,00170	<0,00170	<0,00160
Zinc cumulé	mg/kg MS	4	<0,0270	<0,0270	<0,0260	<0,0260	<0,0260	<0,0260	<0,0260	<0,0290	<0,0260	<0,0260	<0,0270	<0,0260	<0,0270	<0,0260
Sélénium cumulé	mg/kg MS	0,1	0,00340	0,00460	<0,00240	<0,00240	<0,00240	<0,00240	<0,00240	<0,00270	<0,00250	<0,00240	<0,00250	0,00330	<0,00250	<0,00240

Paramètres	Unité	seuils ISDI*	R38		R39		R40		R42		R43	R44		R45			PR33	PR37	PR44
			0,1 - 1,05	0,1 - 0,2	1,0 - 1,3	0,15 - 1,0	1,0 - 2,0	0 - 1,0	1,3 - 1,7	0,3 - 1,3	0 - 0,9	0,9 - 1,7	0,5 - 0,8	0,8 - 1,8	2,8 - 3,5	1,0 - 1,5	1,0 - 1,6	0,5 - 1,5	
<b>PARAMETRES GENERAUX</b>																			
L/S cumulé	mg/kg MS	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
pH	mg/kg MS	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Température	mg/kg MS	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Conductivité électrique	mg/kg MS	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fraction soluble cumulé	mg/kg MS	4000	1700	4400	600	510	500	5000	1300	1100	3800	420	1300	1400	2800	650	2600	880	
COT cumulé	mg/kg MS	500	19,0	33,0	11,0	1,70	15,0	21,0	9,3	10	80	15	32,0	20	27,0	13,0	72	26,0	
Indice phénol cumulé	mg/kg MS	1	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	<0,490	
Chlorures cumulé	mg/kg MS	800	<10	51	21,0	<10,0	<10,0	<11,0	26,0	<11,0	<11,0	<10	14,0	38,0	63	13,0	18,0	11,0	
Fluorures cumulé	mg/kg MS	10	<2,80	3,10	<2,80	4,30	4,50	9,1	4,40	<2,90	<2,90	<2,80	7,4	7,3	9,2	4,90	4,60	3,70	
Sulfates cumulé	mg/kg MS	1000	250	2300	160	110	96	3600	560	490	120	48,0	660	150	150	82	110	120	
<b>ELEMENTS TRACES METALLIQUES</b>																			
Antimoine cumulé	mg/kg MS	0,06	0,0067	0,0210	0,00160	0,00140	<0,00080	0,0140	0,00200	0,00140	0,00350	0,00084	0,062	<0,00083	<0,00086	<0,00076	0,00550	0,00280	
Arsenic cumulé	mg/kg MS	0,5	0,0110	0,0110	0,0090	0,0130	0,0084	0,0120	0,0120	0,00350	0,0210	0,0082	0,120	0,0130	0,00560	<0,00240	0,062	0,00410	
Baryum cumulé	mg/kg MS	20	0,110	0,360	0,490	0,130	0,140	0,380	0,360	0,190	0,280	0,052	0,220	0,0200	0,058	0,043	0,190	0,110	
Cadmium cumulé	mg/kg MS	0,04	<0,00078	<0,00086	<0,00078	<0,00080	<0,00079	<0,00086	<0,00080	<0,00082	<0,00082	<0,00078	<0,00089	<0,00082	<0,00085	<0,00075	<0,00075	<0,00075	
Chrome cumulé	mg/kg MS	0,5	0,088	0,059	<0,00190	<0,00200	<0,00190	0,0075	<0,00200	<0,00200	0,0150	<0,00190	0,00370	0,00290	0,00590	<0,00180	0,0300	<0,00180	
Cuivre cumulé	mg/kg MS	2	0,0070	0,047	<0,0068	<0,0069	<0,0069	0,0210	0,0079	<0,0071	0,046	<0,0068	0,0250	<0,0071	0,047	<0,00650	0,035	<0,00650	
Mercure cumulé	mg/kg MS	0,01	0,00230	0,00130	0,00110	<0,00090	<0,00089	<0,00097	<0,00090	<0,00093	<0,00093	<0,00088	<0,00100	<0,00093	<0,00096	0,00630	0,00550	0,00410	
Molybdène cumulé	mg/kg MS	0,5	0,130	0,088	0,0160	0,069	0,0280	0,150	0,049	0,052	0,190	0,0310	0,340	0,0120	0,0140	0,0140	0,0320	0,065	
Nickel cumulé	mg/kg MS	0,4	<0,00180	0,00460	<0,00180	<0,00180	<0,00180	0,00650	0,00200	0,00230	0,0110	<0,00180	0,00600	<0,00190	0,0085	0,00170	0,0150	0,00220	
Plomb cumulé	mg/kg MS	0,5	<0,00160	<0,00170	<0,00160	<0,00160	<0,00160	<0,00170	<0,00160	<0,00170	0,088	<0,00160	0,00610	<0,00170	0,0088	<0,00150	0,090	<0,00150	
Zinc cumulé	mg/kg MS	4	<0,0250	<0,0280	<0,0250	<0,0260	<0,0250	<0,0280	<0,0260	<0,0260	<0,0260	<0,0250	<0,0290	<0,0260	<0,0270	<0,0240	0,035	<0,0240	
Sélénium cumulé	mg/kg MS	0,1	<0,00230	<0,00260	<0,00240	<0,00240	<0,00240	0,00320	<0,00240	<0,00250	<0,00250	<0,00240	0,0120	<0,00250	<0,00260	<0,00230	<0,00230	0,00530	

\* ISDI : Installation de stockage de déchets inertes par décret du 12/12/2014

/ : Pas de valeurs de référence

Concentrations supérieures aux critères d'acceptation en ISDI (selon arrêté du 12 décembre 2014)



#### **9.4.4 Synthèse et interprétation des résultats analytiques des sols**

Les résultats obtenus au niveau de l'ensemble des échantillons analysés indiquent :

- **Métaux lourds et métalloïdes** :
  - pour l'élément cuivre, des teneurs supérieures à la gamme de valeur couramment rencontrée dans les sols sont quantifiées sur 4 échantillons. Une teneur comprise dans la gamme de valeur des fortes anomalies naturelles est relevée sur l'échantillon R36 (1,0 – 2,0) m associé à des remblais ;
  - des teneurs en mercure supérieures à la gamme de valeur couramment rencontrée dans les sols sont relevées sur 8 échantillons sur 30 ;
  - une teneur en plomb comprise dans la gamme de valeur des anomalies naturelles modérées est relevée sur l'échantillon R32 (2,0 – 3,0) m et deux teneurs comprises dans la gamme de valeur des anomalies fortes sont observées sur les échantillons R32 (0 – 1,0) m et R36 (1,0 – 2,0) m, associés à des remblais ;
  - aucun dépassement des valeurs prises en référence sur les autres métaux lourds et métalloïdes n'est relevé pour l'ensemble des échantillons analysés.
- **BTEX** : des teneurs inférieures aux seuils de quantification du laboratoire pour l'ensemble des paramètres et échantillons ;
- **HAP** : sur les 30 échantillons analysés, 22 échantillons présentent des concentrations supérieures au seuil de quantification pour la somme des 16 HAP, dans des gammes de valeurs comprises entre 0,0014 mg/kg et 2,6 mg/kg ;
- **COHV** : sur les 4 échantillons pour lesquels ces paramètres ont été recherchés, aucune concentration supérieure au seuil de quantification n'est relevée ;
- **HC C10-C40** : des hydrocarbures C10-C40 ont été quantifiés sur 10 échantillons dans une gamme de concentration comprise entre 9 et 320 mg/kg ;
- **PCB** : une unique teneur a été quantifiée pour la somme des 7 congénères sur l'échantillon R39 (0,1 – 0,2) m associé à des remblais ;
- **Cyanures totaux et libres** : sur les 5 échantillons pour lesquels ces paramètres ont été recherchés, aucune concentration supérieure au seuil de quantification n'est relevée

#### **Caractérisation des déblais/remblais**

Dans le cadre de la définition des exutoires des matériaux, les résultats analysés sont comparés aux valeurs réglementaires définies dans l'Arrêté Ministériel du 12/12/14. L'analyse des résultats analytiques obtenus met en évidence :

- sur brut : aucun dépassement des valeurs seuil fixées n'est relevé pour l'ensemble des paramètres et échantillons analysés ;
- sur éluat :
  - des dépassements des valeurs réglementaires sur les paramètres Fraction Soluble et Sulfates sont relevés sur 6 échantillons de sol ;
  - un unique dépassement de la valeur seuil en Fluorures fixée à 10 mg/kg est quantifiée sur l'échantillon R33 (0 – 1,0) m ;



- deux dépassements sur le paramètre antimoine sont observés sur les échantillons R35 (0,5 – 0,8) m et R45 (0,5 – 0,8) m.

Précisons par ailleurs que deux dépassements sur le paramètre Sulfates sont relevés sur les échantillons R32 (4,0 – 4,8) m et R35 (0,5 – 0,8) m, néanmoins et comme précisé dans l'Arrêté, dans la mesure où la valeur en Fraction Soluble est respectée, le déchet peut encore être jugé inerte. Aussi, les dépassements relevés sur ce paramètre ne sont pas déclassants.

**En synthèse, la campagne complémentaire menée sur les sols a mis en évidence :**

- **des anomalies ponctuelles sur les éléments traces métalliques Cuivre, Mercure et Plomb avec de fortes anomalies essentiellement sur les échantillons prélevés au droit de remblais : R32 (0 – 3,0) m et R36 (0 – 2,6) m ;**
- **des teneurs quantifiées en HAP, HC C10-C40 dans des teneurs néanmoins non significatives ;**
- **une anomalie ponctuelle en PCB sur l'échantillon R39 (0,1 – 0,2) m associé à des remblais ;**
- **l'absence d'anomalies sur les autres substances recherchés (BTEX, COHV, Cyanures) ;**
- **d'un point de vue caractérisation des déblais, des dépassements essentiellement sur les paramètres Fraction Soluble et Sulfates associés, voire antimoine, ont été rencontrés.**

Une cartographie des résultats obtenus sur les sols est présentée sur la figure ci-dessous.

Les dépassements de l'AM du 12/12/14 obtenus aux travers des deux campagnes menées par ERG Environnement et ENVISOL sont présentés en figure 6.

**Légende**  
 ● Investigations sols - Envisol 2020

**R32**  
 0 – 1 m  
 Fraction soluble : 27 000 mg/kg  
 Sulfates : 9 100 mg/kg

2 – 3 m  
 Fraction soluble : 17 000 mg/kg  
 Sulfates : 11 000 mg/kg

4,0 – 4,8  
 Sulfates : 1800 mg/kg

**R39**  
 0,1 – 0,2 m  
 Fraction soluble : 4 400 mg/kg  
 Sulfates : 2 300 mg/kg

**R42**  
 0 – 1,0 m  
 Fraction soluble : 5 000mg/kg  
 Sulfates : 3 600 mg/kg

**R33**  
 0 – 1 m  
 Fluorures : 11 mg/kg

**R45**  
 0,5 – 0,8 m  
 Antimoine : 0,062 mg/kg

**R35**  
 0,5 – 0,8 m  
 Sulfates : 1 100 mg/kg  
 Antimoine : 0,099 mg/kg

**R36**  
 1 - 2 m  
 Fraction soluble : 28 000 mg/kg  
 Sulfates : 19 000 mg/kg

2,6 – 3,2 m  
 Fraction soluble : 23 000 mg/kg  
 Sulfates : 1 500 mg/kg

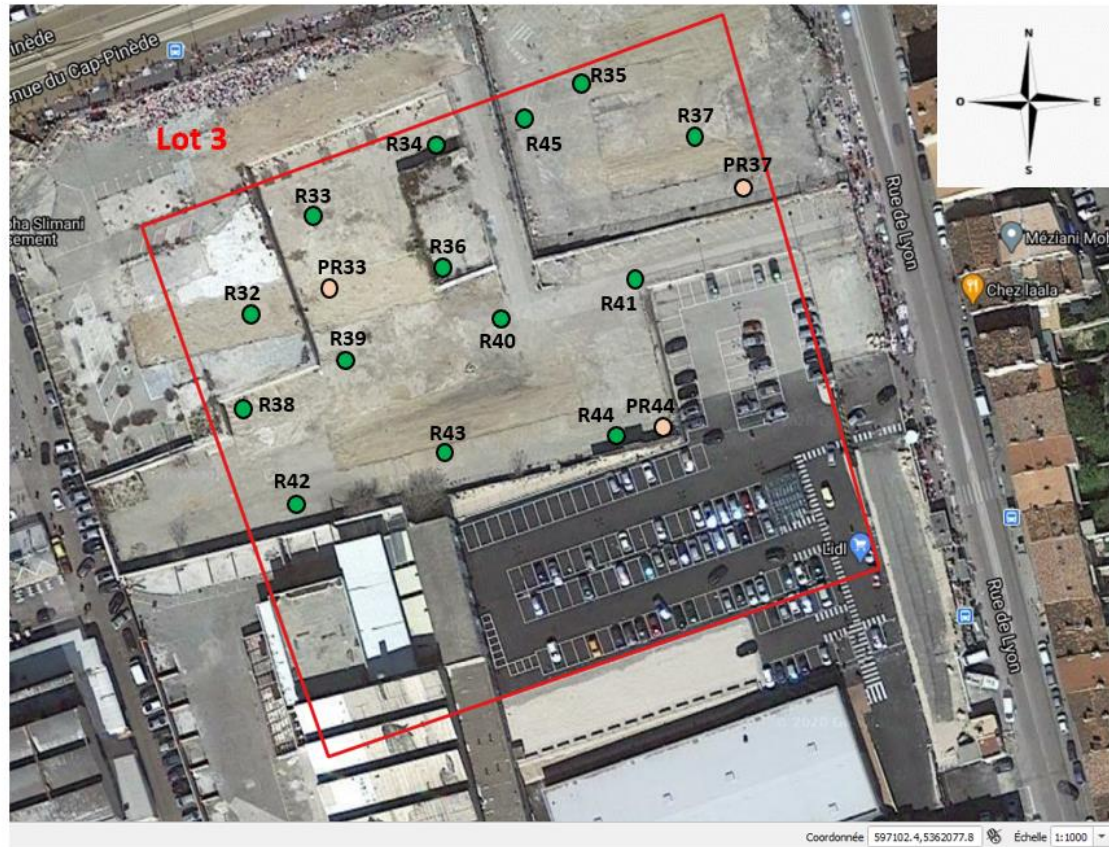


Figure 5. Dépassements de l'AM du 12/12/14 obtenus lors de la campagne de Juillet 2020

- Légende**
- Ex / ESPx Investigations ERG (2017)
  - Rx Investigations ENVISOL (2020)
  - Sondages présentant des dépassements de l'AM du 12/12/14



Figure 6. Dépassements de l'AM du 12/12/14 obtenus lors des campagnes d'Avril 2017 et Juillet 2020





## 9.5 Plans de terrassement

L'aménagement définitif du Lot 3 porte sur la création de logements collectifs, bureaux tertiaires et commerces. A ce titre, plusieurs bâtiments de plusieurs niveaux seront construits disposant de un à deux niveaux de sous-sol.

Les plans de terrassement associés à chacun des scénarii retenus sont présentés ci-dessous.

Le bilan quantitatif des volumes en jeu est présenté dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 9. Bilan quantitatif des déblais en jeu – Scénario 1 : 1 niveau de sous-sol**

Filière	M3	Tonnes
ISDI	~ 38 000	~ 68 400
ISDI+	~ 8 640	~ 15 550
ISDA	~ 370	~ 670
Biocentre	~ 0	~ 0
ISDND	~ 0	~ 0
Biocentre non réutilisable (Zone Source)	~ 0	~ 0
<b>TOTAL</b>	<b>47 010</b>	<b>~ 84 570</b>

**Tableau 10. Bilan quantitatif des déblais en jeu – Scénario 2 : 2 niveaux de sous-sol**

Filière	M3	Tonnes
ISDI	~ 67 240	~ 121 030
ISDI+	~ 12 610	~ 22 700
ISDA	~ 370	~ 670
Biocentre	~ 0	~ 0
ISDND	~ 0	~ 0
Biocentre non réutilisable (Zone Source)	~ 0	~ 0
<b>TOTAL</b>	<b>80 220</b>	<b>~ 144 400</b>

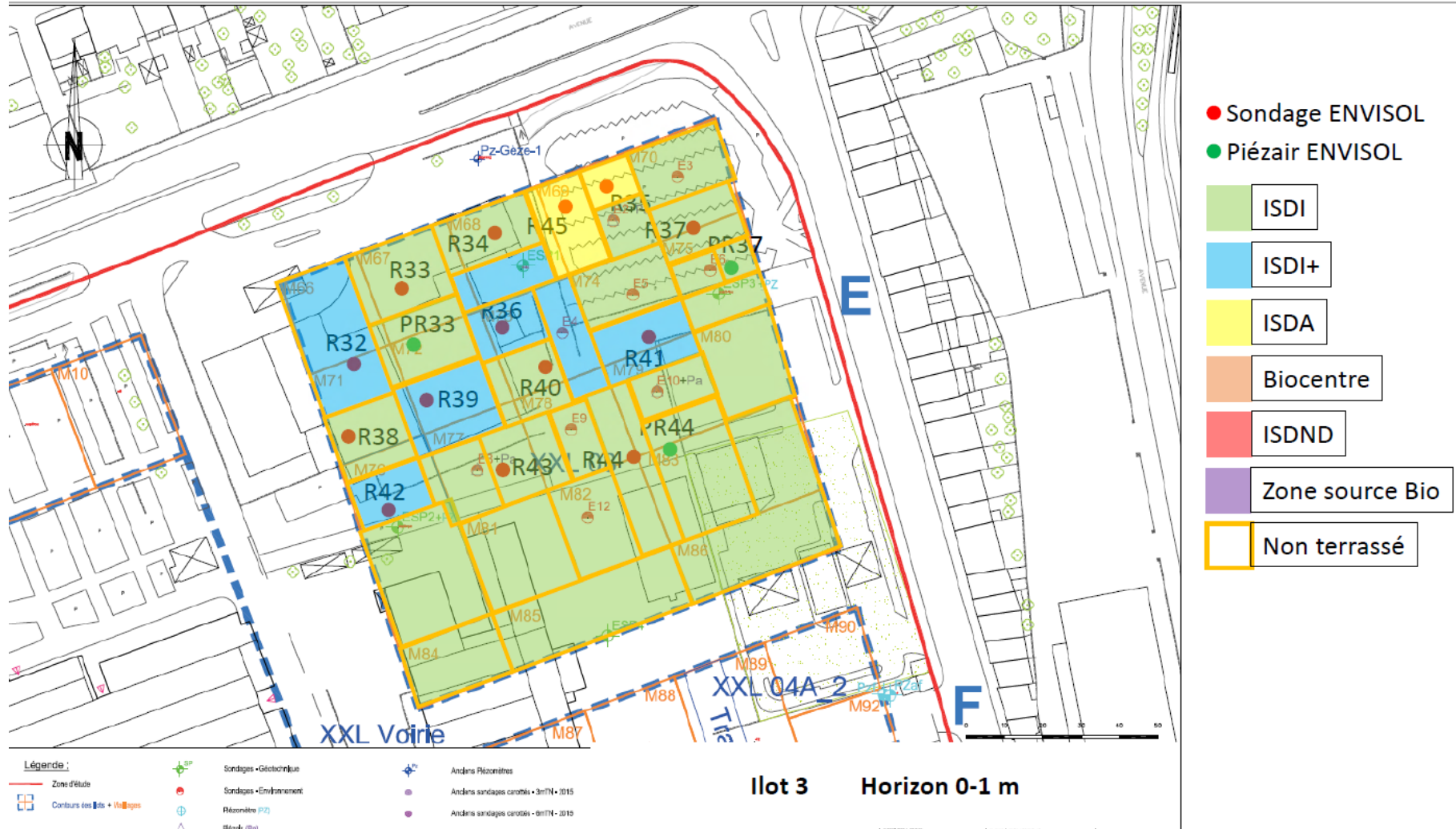




Figure 8. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 1,0 – 2,0 m (Source : RESOLVE)

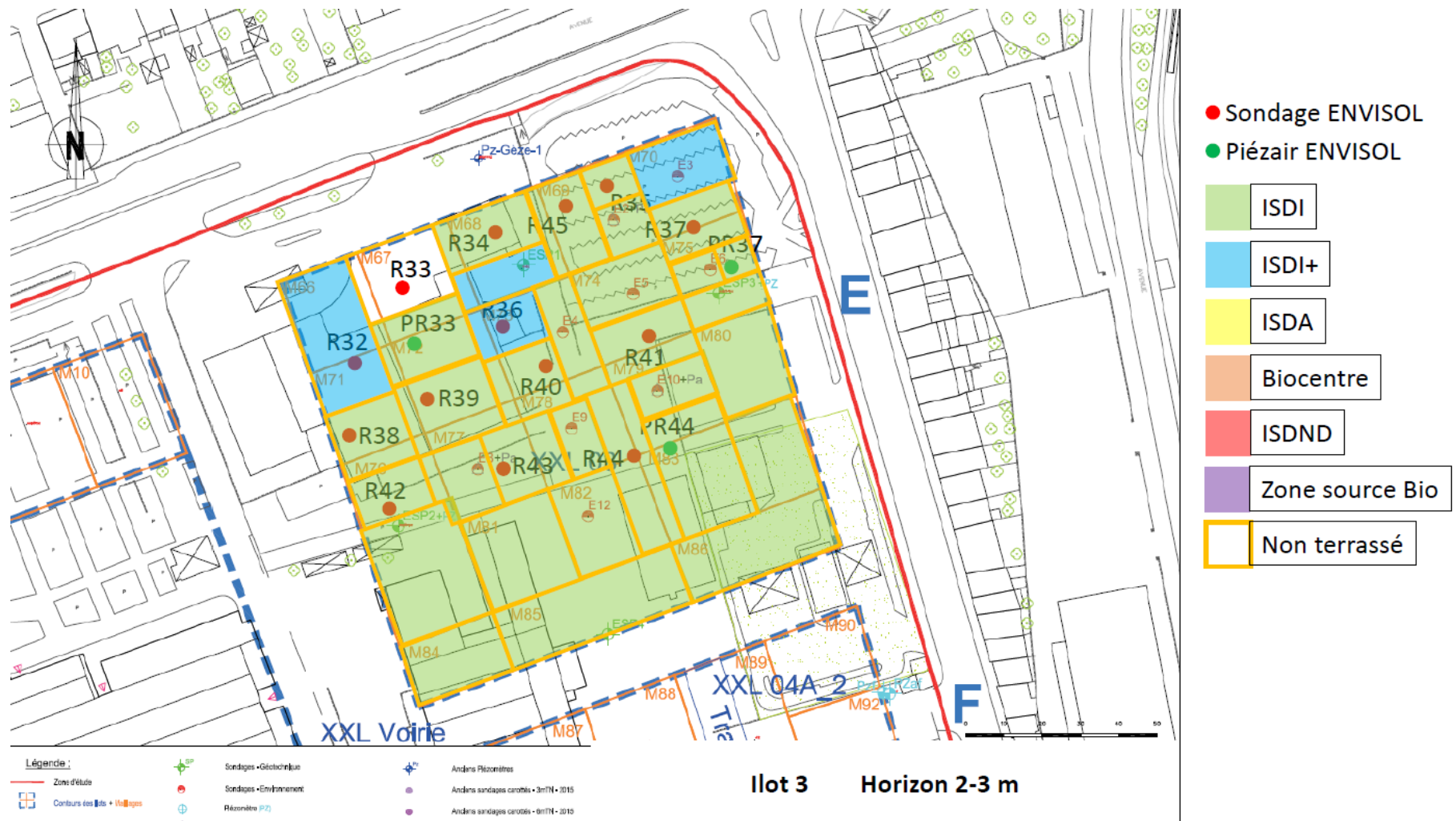


Figure 9. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 2,0 – 3,0 m (Source : RESOLVE)



Figure 10. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 3,0 – 4,0 m (Source : RESOLVE)

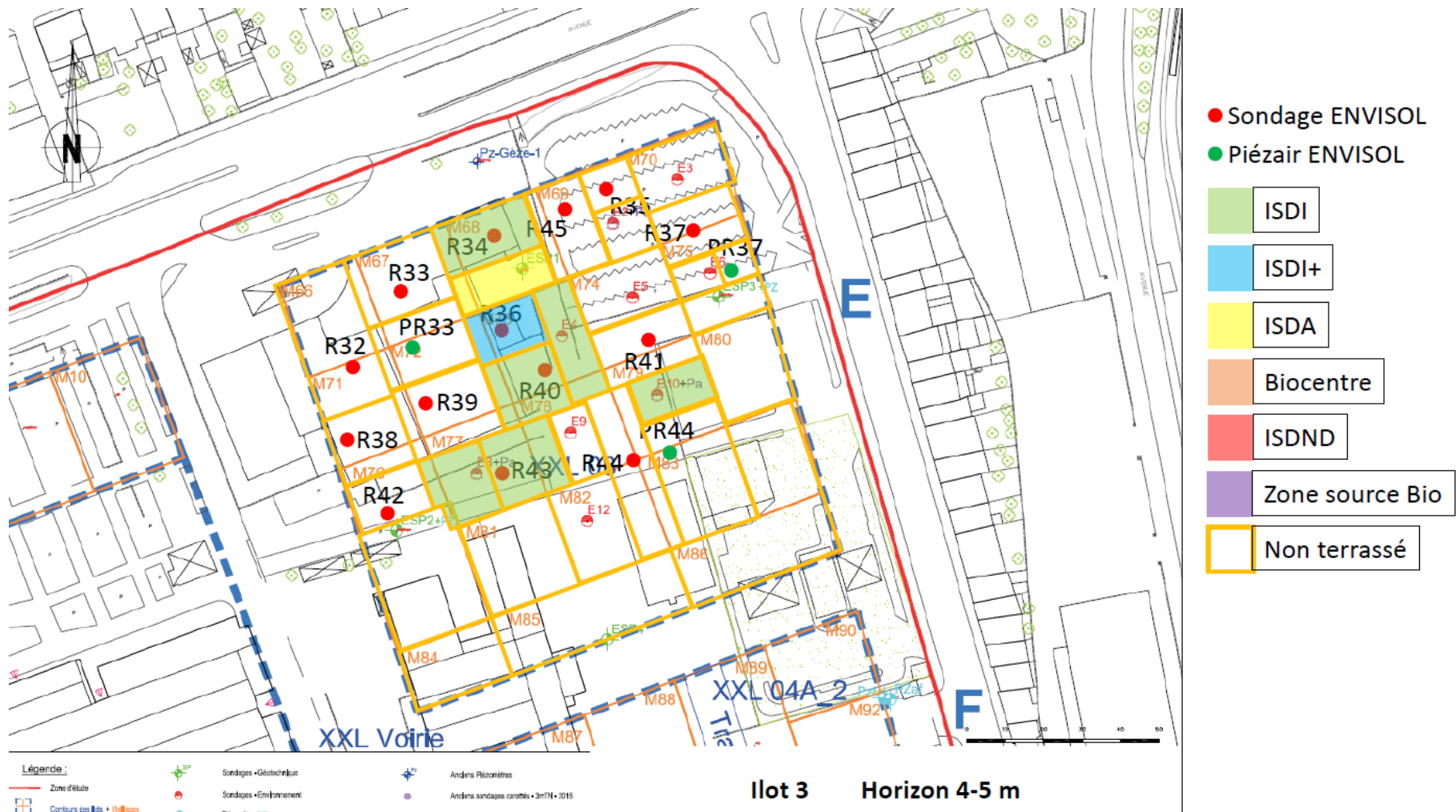


Figure 11. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 4,0 – 5,0 m (Source : RESOLVE)

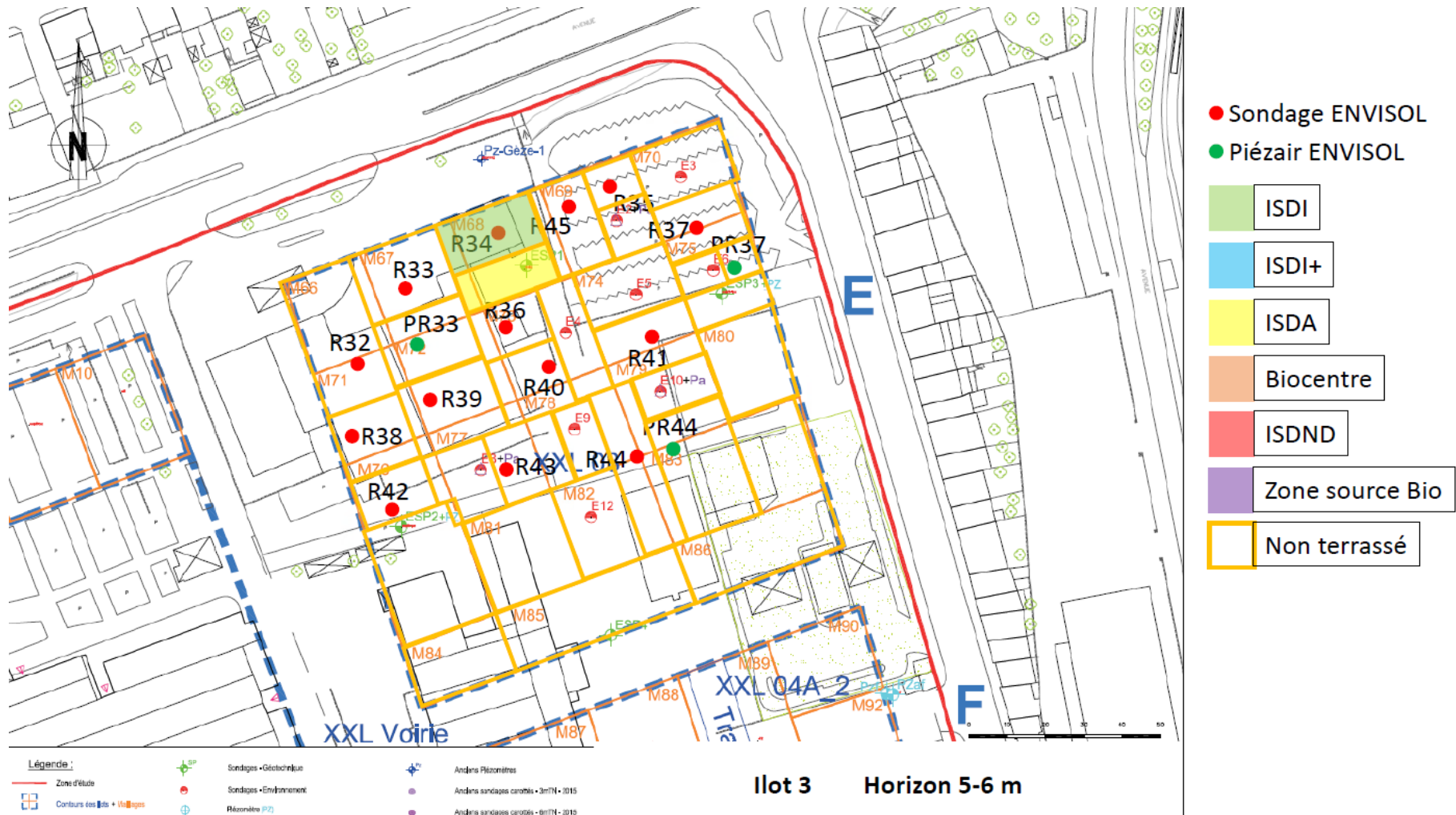


Figure 12. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 5,0 – 6,0 m (Source : RESOLVE)

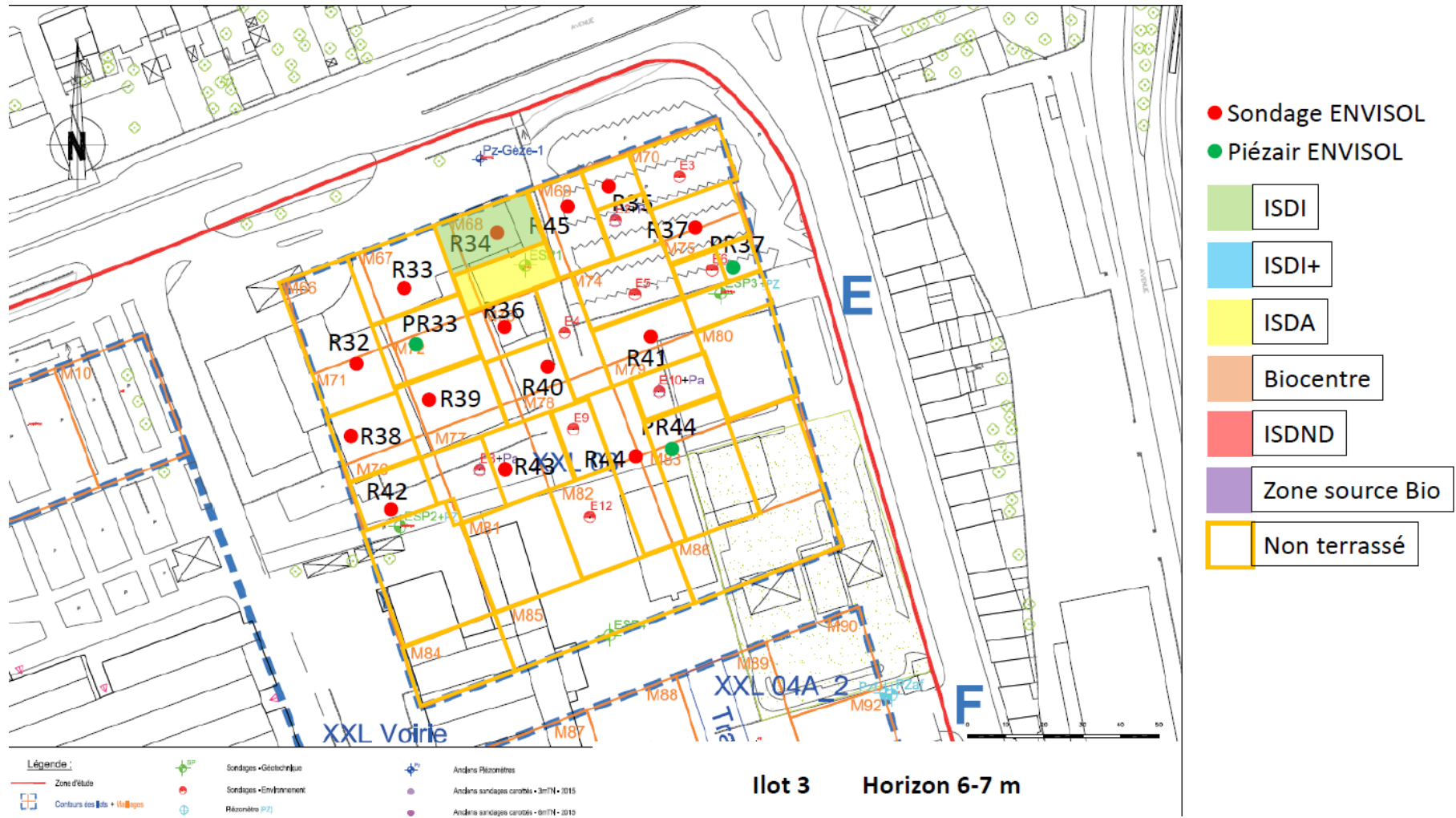


Figure 13. Plan de terrassement pour un niveau de sous-sol – Tranche de sol 6,0 – 7,0 m (Source : RESOLVE)





Figure 14. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 0 – 1,0 m (Source : RESOLVE)



Figure 15. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 1,0 – 2,0 m (Source : RESOLVE)

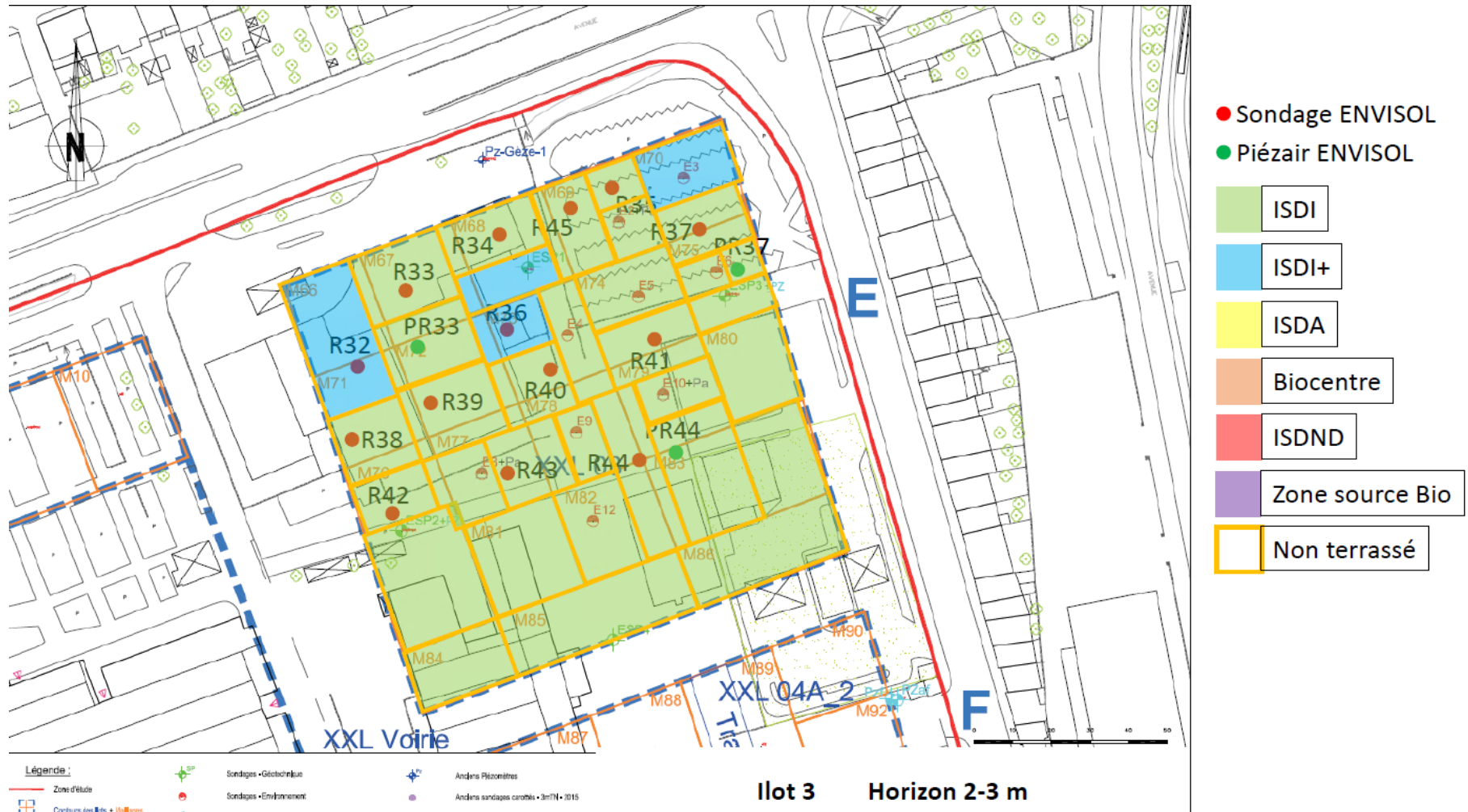


Figure 16. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 2,0 – 3,0 m (Source : RESOLVE)



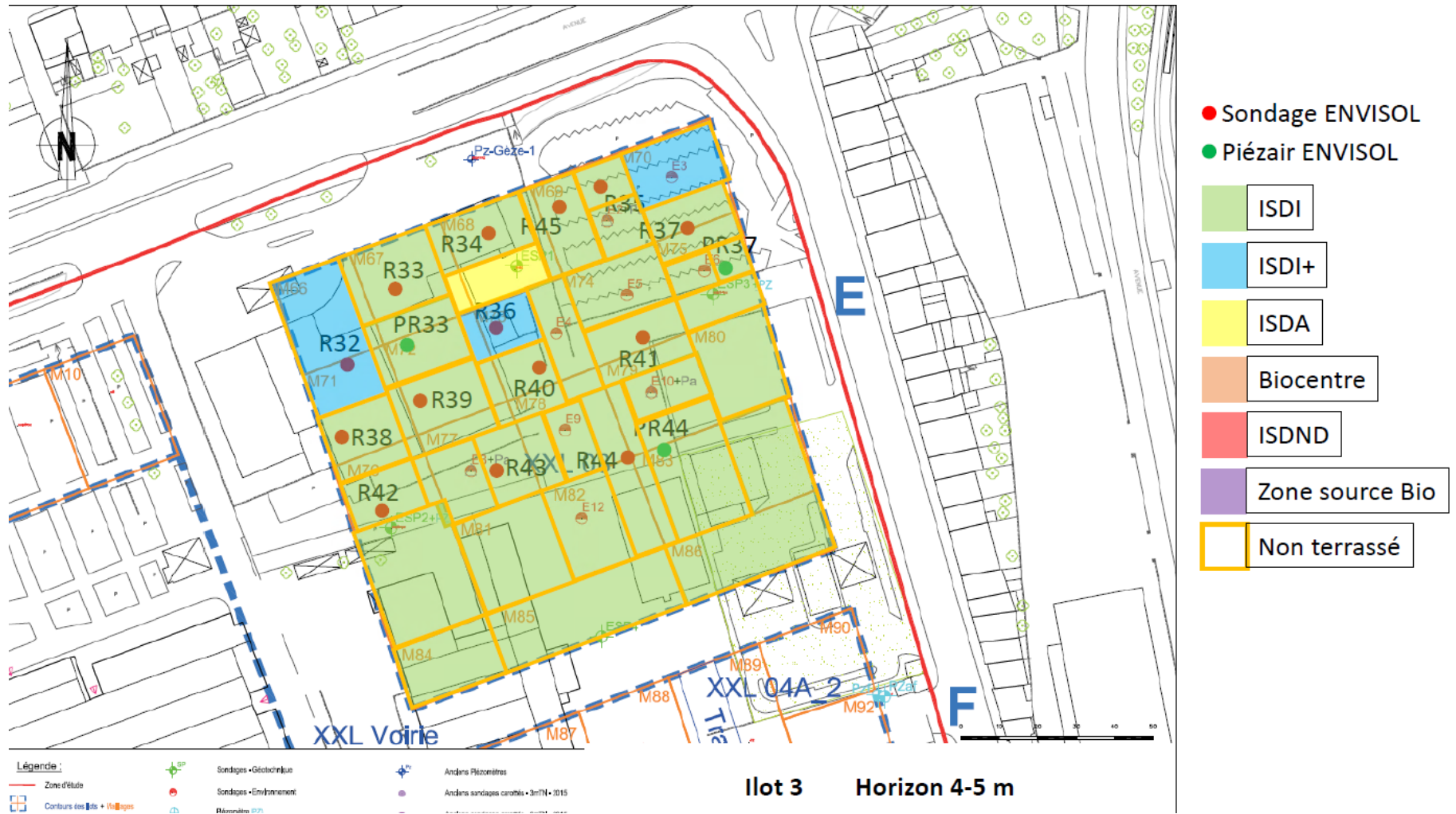


Figure 18. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 4,0 – 5,0 m (Source : RESOLVE)

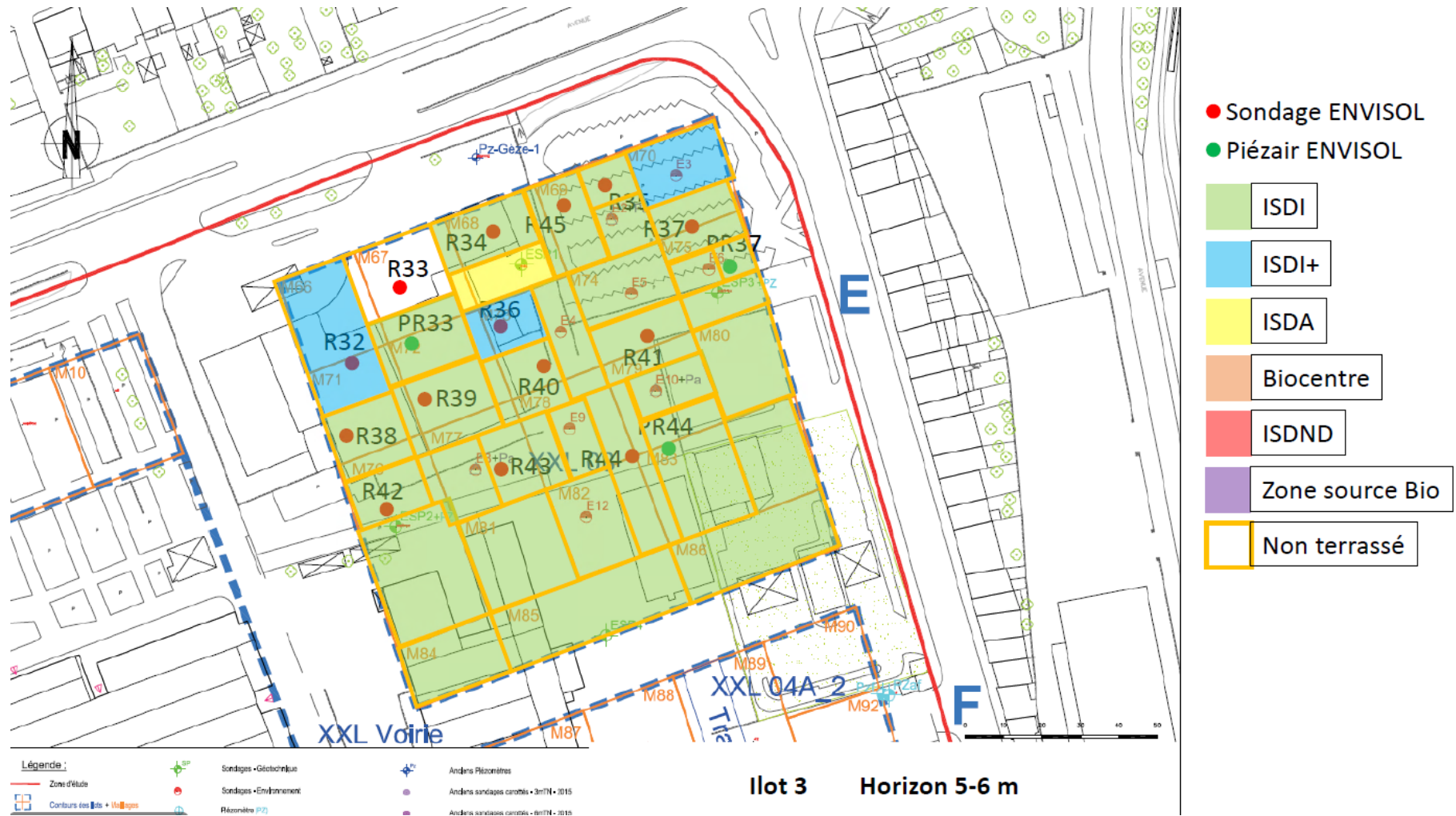


Figure 19. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 5,0 – 6,0 m (Source : RESOLVE)



Figure 20. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 6,0 – 7,0 m (Source : RESOLVE)

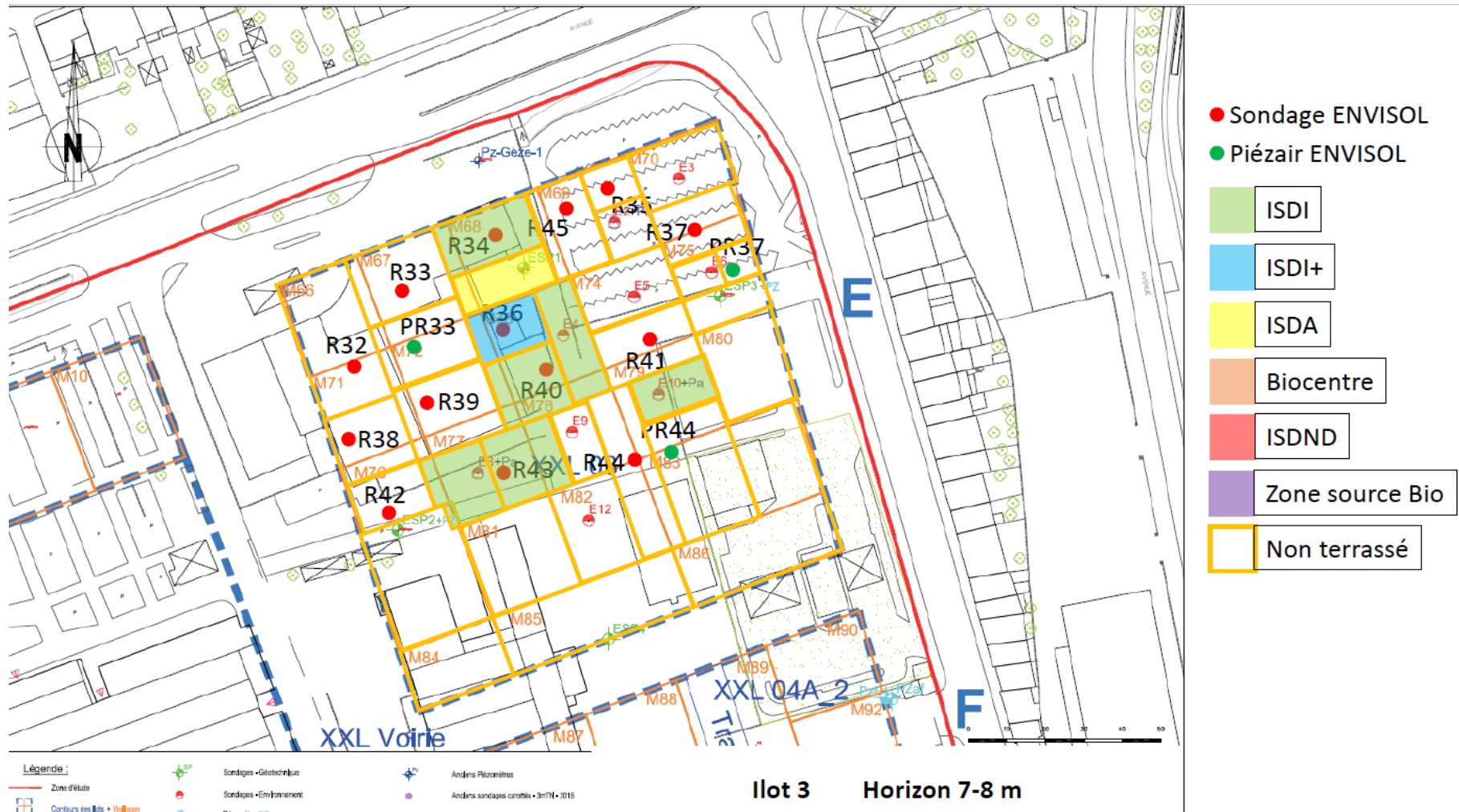


Figure 21. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 7,0 – 8,0 m (Source : RESOLVE)



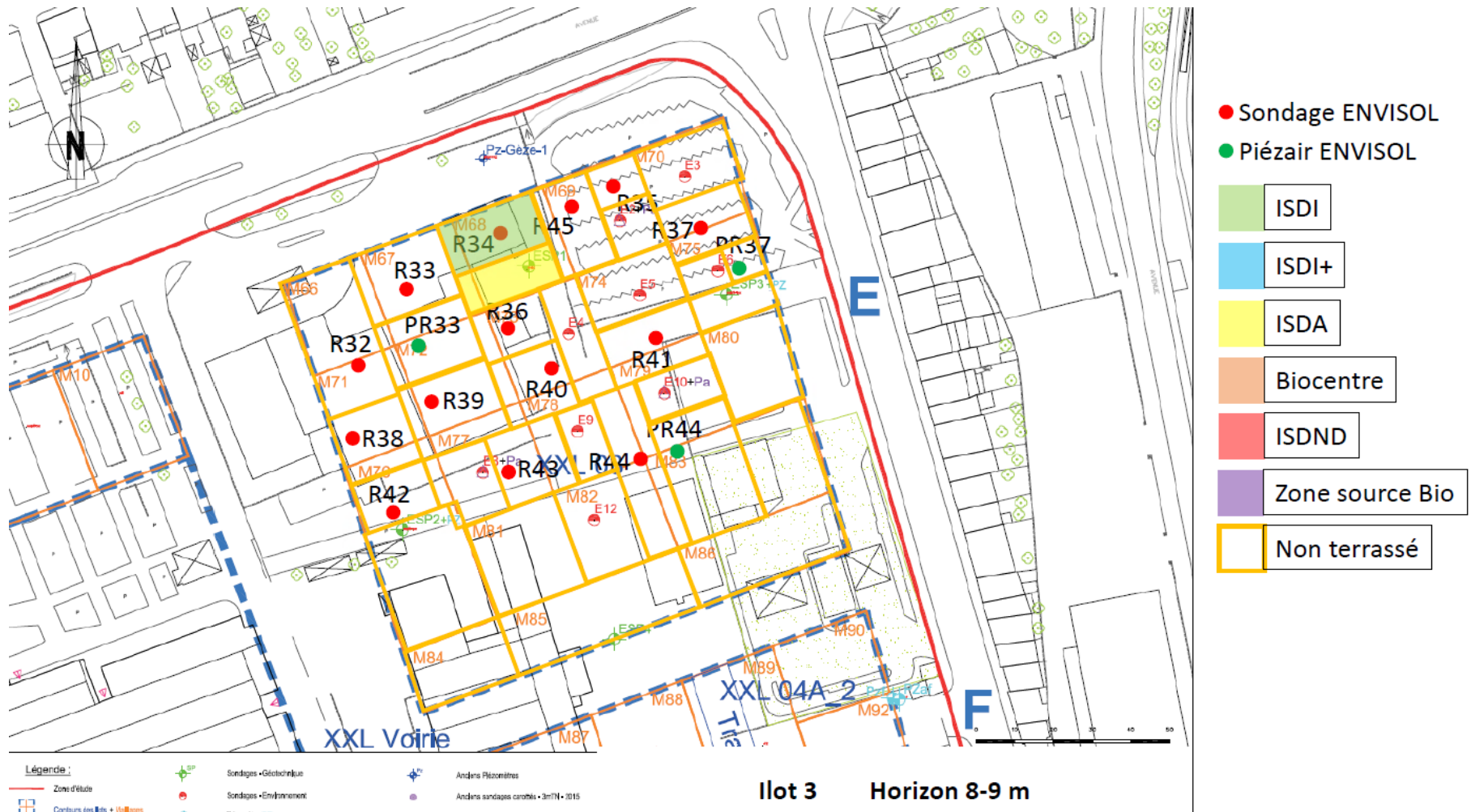


Figure 22. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 8,0 – 9,0 m (Source : RESOLVE)

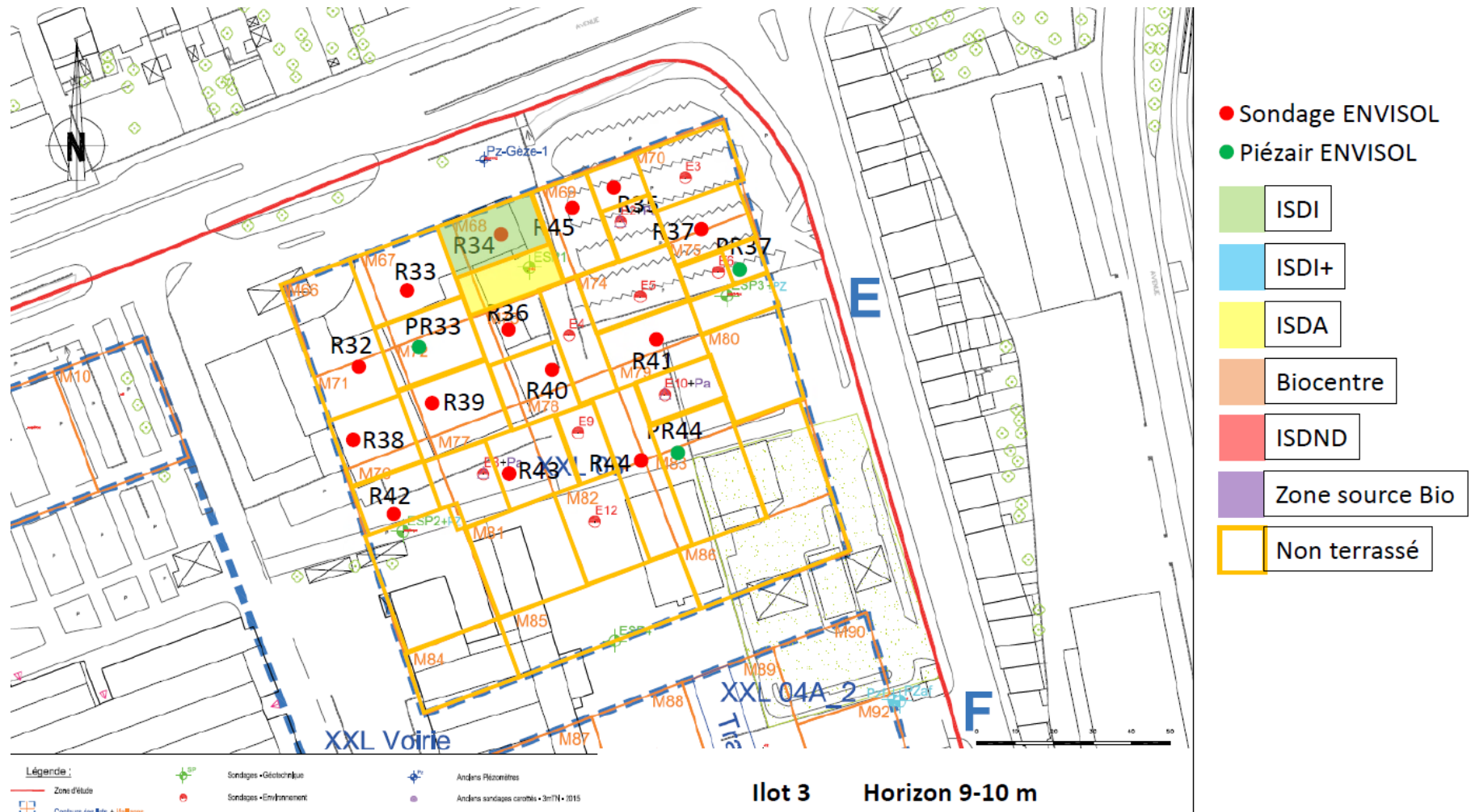


Figure 23. Plan de terrassement pour deux niveaux de sous-sol – Tranche de sol 9,0 – 10,0 m (Source : RESOLVE)



## 9.6 Programme analytique et seuils de référence pour les gaz du sol

### 9.6.1 Programme analytique

Les échantillons d'air du sol prélevés ont fait l'objet d'analyses sur les paramètres suivants :

- HC C5 – C16 ;
- COHV ;
- BTEX ;
- Naphtalène.

L'ensemble des échantillons a été envoyé au laboratoire et pris en charge par le transporteur le 20/08/2020 et réceptionnés au laboratoire le 21/08/2020.

### 9.6.2 Valeurs guides références

Il n'existe pas de valeurs guides dans les gaz du sol.

### 9.6.3 Résultats d'analyses

Les résultats d'analyses observés sur les échantillons de gaz du sol ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- l'absence de quantification en BTEX, Naphtalène au droit des 3 ouvrages,
- la présence d'hydrocarbures aliphatiques >C8 – C10 sur les ouvrages PR 37 et PR 44 avec des teneurs égales respectivement à 77,8 et 95,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et la présence d'hydrocarbures aliphatiques C5-C6 sur le piézair PR44,
- parmi l'ensemble des composés organo-halogénés recherchés, seule la substance trichloroéthylène a été quantifiée sur l'ouvrage E10-Pa dans une concentration égale à 13,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les résultats identifiés sur le blanc révèlent l'absence d'impact des conditions d'échantillonnage et de transport sur les résultats précités.

## Annexe 7. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES – gaz du sol



Tableau 11. Résultats analytiques des gaz du sol

Paramètres	Unité	PR37	PR44	E10 - Pa
<b>COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS (BTEX)</b>				
Benzène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Ethylbenzène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
m,p-Xylene	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
o-xylene	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Toluène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
<b>Somme des BTEX</b>	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
<b>COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS (COHV)</b>				
1,1,1,2-tétrachloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,1,1-Trichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,1,2,2-tétrachloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,1,2-trichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,1-dichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,1-dichloroéthylène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,1-dichloropropène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3-trichlorobenzène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2,3-trichloropropane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2,4-trichlorobenzène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2-dibromo-3-chloropropane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2-dibromoéthane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2-dichlorobenzène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2-dichloroéthane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2-dichloroéthylène(cis)	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2-dichloroéthylène(trans)	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,2-dichloropropane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,3-dichlorobenzène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,3-dichloropropane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,3-dichloropropène(cis)	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,3-dichloropropène(trans)	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
1,4-dichlorobenzène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
2,2-dichloropropane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
2-chlorotoluène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
4-chlorotoluène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Bromobenzène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Bromochlorométhane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Bromodichlorométhane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Bromoforme	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Tétrachlorure de carbone	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Chlorobenzène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Chloroforme	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Chlorométhane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Chlorure de vinyle	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Dibromochlorométhane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Dibromométhane	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Hexachlorobutadiène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Chlorure de méthylène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Tétrachloroéthylène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
Trichloréthylène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	<b>13,78</b>
<b>HYDROCARBURES TOTAUX (HCT)</b>				
hydrocarbures aromatiques >C12-C16	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	µg/m <sup>3</sup>	<b>77,78</b>	<b>95,56</b>	< LQ
hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	<b>19,78</b>	< LQ
hydrocarbures aromatiques >C10-C12	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
hydrocarbures aromatiques >C8-C10	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
hydrocarbures aromatiques >C7-C8	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)</b>				
Naphtalène	µg/m <sup>3</sup>	< LQ	< LQ	< LQ



## 9.7 Programme analytique et seuils de référence pour les eaux souterraines

### 9.7.1 Programme analytique

Les échantillons d'eaux souterraines prélevés ont fait l'objet d'analyses sur les paramètres suivants :

- HC C10-C40 ;
- HAP ;
- BTEX ;
- COHV ;
- PCB ;
- ETM ;
- Composés azotés volatils ;
- Composés cétoniques volatils et ester ;
- Alcools.

L'ensemble des échantillons a été envoyé au laboratoire et pris en charge par le transporteur le 27/07/2020.

### 9.7.2 Valeurs guides références

Les résultats analytiques des échantillons ont été comparés :

- Aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine définies dans l'Arrêté du 11 janvier 2007 – Annexe II et de potabilité (Annexe I) ;
- Aux normes de qualité et valeurs seuils pour les eaux souterraines définies dans l'arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines ;
- Aux valeurs seuils nationales par défaut définies dans la circulaire du 23 octobre 2012 relative à l'application de l'arrêté du 17 décembre 2008.

### 9.7.3 Résultats

#### 9.7.3.1 Observations sur les eaux souterraines

Deux prélèvements d'eau souterraine ont été réalisés sur les ouvrages existants installés par ERG Environnement. Il s'agit des ouvrages référencés Pz-geze-1 et Esp2 + pz représentant respectivement l'amont hydraulique et le latéral hydraulique de la masse d'eau souterraine étudiée dont le sens d'écoulement global est orienté du Nord-Nord-Ouest vers le Sud-Sud-Est.

Le tableau ci-dessous présente les valeurs relevées lors des mesures réalisées au cours du prélèvement du 27/07/2020.



Tableau 12. Caractéristiques du piézomètre (27/07/2020)

Ouvrage	Pz-geze-1	Esp2 + pz	Valeurs circulaire 23/10/12
Cote Z (m NGF)	24,816	21,962	
Profondeur de l'ouvrage/repère (m)	22,4	5,0	
Cote de l'ouvrage/repère (m NGF)	-	-	
Niveau statique/repère (m) le 27/07/2020	8,9	2,2	
Cote des eaux souterraines (m NGF)	15,876	19,802	
Paramètres physico-chimiques en fin de purge			
Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1399	1351	1100
T ( $^{\circ}\text{C}$ )	19,9	22,1	25
pH	7,1	6,8	9
Red-Ox (mV)	272	10	-
Odeur	-	-	-
Aspect	Couleur jaune	Noir, légère irisation	

Les fiches de prélèvement sont jointes en Annexe 5.

### 9.7.3.2 Résultats d'analyses

Les résultats d'analyses mettent en évidence les constats suivants :

- Des dépassements des valeurs de référence de l'Arrêté du 17/12/2008 et de l'Annexe I de l'Arrêté du 11/01/2007 sur les paramètres Arsenic et Plomb sur le piézomètre ESP2+Pz. Un dépassement de la valeur de référence de l'Annexe I du 11/07/2007 sur le paramètre Nickel, sur ce même ouvrage, est également relevé ;
- Des traces de COHV quantifiées sur le piézomètre amont (Pz-geze-1) pour les substances Tétrachlorométhane, Chlorure de Vinyle, Trichloroéthylène et Chloroforme ;
- Des teneurs en HAP quantifiées sur les deux piézomètres avec une teneur maximale sur le piézomètre dit « latéral hydraulique » à savoir ESP2+Pz ;
- Notons par ailleurs une teneur en Fer sur l'ouvrage ESP2+Pz significativement plus élevée que sur l'ouvrage PZ-Gese-1 avec 11 000 mg/kg quantifiés contre 1 800 mg/kg.

### Annexe 8. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES – eaux souterraines



Tableau 13. Résultats analytiques sur les eaux souterraines

Méthode	Paramètres	Unité	LQ	Arrêté du 11/01/2007		Arrêté du 17/12/2008	OMS 2004	ESP2+Pz	PZ-Geze-1
				Annexe I*	Annexe II***				
<b>ELEMENTS TRACES METALLIQUES (ETM)</b>									
NEN-EN-ISO17294-2	Arsenic (As)	µg/l		10	100	10	/	13	1,7
NEN-EN-ISO17294-2	Chrome (Cr)	µg/l		50	50	/	/	22	4
NEN-EN-ISO17294-2	Cuivre (Cu)	µg/l		2000	/	/	/	17	5,7
NEN-EN-ISO17294-2	Fer (Fe)	µg/l		/	/	/	/	11000	1800
NEN-EN-ISO17294-2	Mercure (Hg)	µg/l		1	1	1	/	0,11	<0.085
NEN-EN-ISO17294-2	Nickel (Ni)	µg/l		20	/	/	/	83	7,7
NEN-EN-ISO17294-2	Plomb (Pb)	µg/l		10	50	10	/	17	6,2
NEN-EN-ISO17294-2	Zinc (Zn)	µg/l		/	5000	/	/	38	30
<b>COMPOSES AZOTES VOLATILS 5</b>									
EPA 8260D 2018	acétonitrile	µg/L						<3.9	<3.9
EPA 8260D 2018	Méthylacrylonitrile	µg/L						<4.0	<4.0
<b>COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS (BTEX)</b>									
EPA 8260D 2018	Benzène	µg/l		1	/	/	10	<0.091	<0.091
EPA 8260D 2018	Toluène	µg/l		/	/	/	700	<0.070	<0.070
EPA 8260D 2018	Ethylbenzène	µg/l		/	/	/	300	<0.052	<0.052
EPA 8260D 2018	para- et méta-xylène	µg/l		/	/	/	/	<0.170	<0.170
EPA 8260D 2018	ortho-xylène	µg/l		/	/	/	/	<0.065	<0.065
EPA 8260D 2018	<b>Somme des BTEX</b>	µg/l		/	/	/	/	-	-
EPA 8260D 2019	Naphtalène	µg/l		/	/	/	/	<0.042	<0.042
<b>COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS (COHV)</b>									
EPA 8260D 2018	Chlorure de méthylène	µg/l						<0.140	<0.140
EPA 8260D 2018	Tétrachlorométhane	µg/l		/	/	/	4	<0.044	0,81
EPA 8260D 2018	1,1-Dichloroéthane	µg/l		/	/	/	/	<0.066	<0.066
EPA 8260D 2018	1,2-Dichloroéthane	µg/l		3	/	/	30	<0.045	0,065
EPA 8260D 2018	1,1,1-Trichloroéthane	µg/l		/	/	/	/	<0.057	<0.057
EPA 8260D 2018	1,1,2-Trichloroéthane	µg/l		/	/	/	/	<0.017	<0.017
EPA 8260D 2018	1,1- Dichloroéthylène	µg/l		/	/	/	30	<0.0050	<0.0050
EPA 8260D 2018	Chlorure de Vinyle	µg/l		0,5	/	/	/	<0.0170	<0.0170
EPA 8260D 2018	1,2-dichloroéthylène(cis)	µg/l		/	/	/	/	<0.070	0,092
EPA 8260D 2018	1,2-dichloroéthylène(trans)	µg/l		/	/	/	/	<0.084	<0.084
EPA 8260D 2018	Trichloroéthylène	µg/l		/	/	10	40	<0.070	1,4
EPA 8260D 2018	Tétrachloroéthylène	µg/l		/	/	10	70	<0.069	<0.069
EPA 8260D 2018	Bromochlorométhane	µg/l		/	/	/	/	<0.093	<0.093
EPA 8260D 2018	Bromoforme	µg/l		/	/	/	/	<0.021	<0.021
EPA 8260D 2018	Dibromométhane	µg/l		/	/	/	/	<0.073	<0.073
EPA 8260D 2018	1,2-dibromoéthane	µg/L						<0.019	<0.019
EPA 8260D 2018	Dibromochlorométhane	µg/l		/	/	/	/	<0.0130	<0.0130



Méthode	Paramètres	Unité	LQ	Arrêté du 11/01/2007		Arrêté du 17/12/2008	OMS 2004	ESP2+Pz	PZ-Geze-1
				Annexe I*	Annexe II***				
EPA 8260D 2018	Chloroforme							<0.0130	0,47
	<b>Somme [TCE + PCE]</b>	µg/l		<b>10</b>	/	/	<b>50</b>	-	<b>0,031</b>
<b>POLYCHLOROBIPHENYLES (PCB)</b>									
EPA 8270E 2018 SIM (PCB)	PCB 28	µg/l		/	/	/	/	<0.000110	<0.000110
EPA 8270E 2018 SIM (PCB)	PCB 52	µg/l		/	/	/	/	<0.000120	<0.000120
EPA 8270E 2018 SIM (PCB)	PCB 101	µg/l		/	/	/	/	<0.00035	<0.00035
EPA 8270E 2018 SIM (PCB)	PCB 118	µg/l		/	/	/	/	<0.000210	<0.000210
EPA 8270E 2018 SIM (PCB)	PCB 138	µg/l		/	/	/	/	<0.000270	<0.000270
EPA 8270E 2018 SIM (PCB)	PCB 153	µg/l		/	/	/	/	<0.000270	<0.000270
EPA 8270E 2018 SIM (PCB)	PCB 180	µg/l		/	/	/	/	<0.000300	<0.000300
EPA 8270E 2018 SIM (PCB)	Somme des PCB 7	µg/l		/	/	/	/	<0.00035	<0.00035
<b>HYDROCARBURES TOTAUX (HC)</b>									
Calcolo	Hydrocarbures <C12	µg/l		/	/	/	/	<29.0	<29.0
méthode interne	Hydrocarbures totaux C12-C40	µg/l		/	<b>1000</b>	/	/	<23.0	<23.0
Calcolo	- Hydrocarbures totaux	µg/l		/	<b>1000</b>	/	/	<29	<29
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)</b>									
EPA 8270E 2018 MixA	Naphtalène	µg/l		/	/	/	/	0,085	0,0079
EPA 8270E 2018 MixA	Acénaphthylène	µg/l		/	/	/	/	<0.000230	0,0026
EPA 8270E 2018 MixA	Acénaphthène	µg/l		/	/	/	/	<0.000180	0,0015
EPA 8270E 2018 MixA	Fluorène	µg/l		/	/	/	/	0,0046	0,0016
EPA 8270E 2018 MixA	Phénanthrène	µg/l		/	/	/	/	0,0041	0,0018
EPA 8270E 2018 MixA	Anthracène	µg/l		/	/	/	/	0,0023	0,00085
EPA 8270E 2018 MixA	Fluoranthène	µg/l		/	/	/	/	0,01	<0.000110
EPA 8270E 2018 MixA	Pyrène	µg/l		/	/	/	/	0,077	0,0027
EPA 8270E 2018 MixA	Benzo(a)anthracène	µg/l		/	/	/	/	0,0016	<0.000190
EPA 8270E 2018 MixA	Chrysène	µg/l		/	/	/	/	<b>0,0027</b>	<0.000260
EPA 8270E 2018 MixA	Benzo(b)fluoranthène	µg/l		/	/	/	/	0,00065	<0.000280
EPA 8270E 2018 MixA	Benzo(k)fluoranthène	µg/l		/	/	/	/	<0.00043	<b>0,00053</b>
EPA 8270E 2018 MixA	Benzo(a)pyrène	µg/l		<b>0,01</b>	/	/	<b>0,7</b>	<b>0,00089</b>	<0.00043
EPA 8270E 2018 MixA	Dibenzo(ah)anthracène	µg/l		/	/	/	/	<0.00047	<0.00047
EPA 8270E 2018 MixA	Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l		/	/	/	/	0,00026	<0.000240
EPA 8270E 2018 MixA	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l		/	/	/	/	0,00031	<0.000210
EPA 8270E 2018 MixA	acétone	µg/l		/	/	/	/	<360	<360
EPA 8015D 2003 WAX	butanone	µg/l		/	/	/	/	<300	<300





Méthode	Paramètres	Unité	LQ	Arrêté du 11/01/2007		Arrêté du 17/12/2008	OMS 2004	ESP2+Pz	PZ-Geze-1
				Annexe I*	Annexe II***				
EPA 8015D 2003 WAX	- HAP Totaux	µg/L						0,19	0,019
	<b>ALCOOLS</b>								
EPA 8015D 2003 WAX	Alcool t-butylque	µg/l		/	/	/	/	<230	<230
EPA 8015D 2003 WAX	éthanol	µg/l		/	/	/	/	<200	<200
EPA 8015D 2003 WAX	isobutanol	µg/l		/	/	/	/	<350	<350
EPA 8015D 2003 WAX	isopropanol	µg/l		/	/	/	/	<260	<260
EPA 8015D 2003 WAX	méthanol	µg/l		/	/	/	/	<220	<220
EPA 8015D 2003 WAX	n-butanol	µg/l		/	/	/	/	<300	<300
EPA 8015D 2003 WAX	n-propanol	µg/l		/	/	/	/	<500	<500
EPA 8015D 2003 WAX	sec-butanol	µg/l		/	/	/	/	<300	<300
	<b>COMPOSES CETONIQUES VOLATILS</b>								
EPA 8015D 2003 WAX	méthylisobutylcétone	µg/l		/	/	/	/	<170	<170
	<b>Esters</b>								
EPA 8015D 2003 WAX	Acétate déthyle	µg/l		/	/	/	/	<220	<220

Concentration supérieure à la valeur de l'annexe I de l'arrêté du 11/01/2007 relatif aux limites et référence de qualité pour les substances chimiques dans les eaux destinées à la consommation humaine

Concentration supérieure à la valeur de l'annexe II de l'arrêté du 11/01/2007 relatif aux limites de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine

Concentration supérieure à la valeur de l'arrêté du 17/12/2008 relatif aux critères d'évaluation, aux modalités de détermination de l'état des eaux souterraines, et aux tendances significatives,

Concentration supérieure au guide OMS 2004 (Guidelines for drinking-water quality, 2004)

**Gras** : Composé présent en teneur supérieur au seuil de détection du laboratoire

na : composé non-analysé

Remarque : dans le cadre des nouveaux outils de gestion des sites et sols pollués, les valeurs à retenir pour la qualité des eaux, sont, quand elles existent pour les substances concernées, les valeurs de gestion réglementaires de l'arrêté du 11 janvier 2007



## 10 SCHEMA CONCEPTUEL

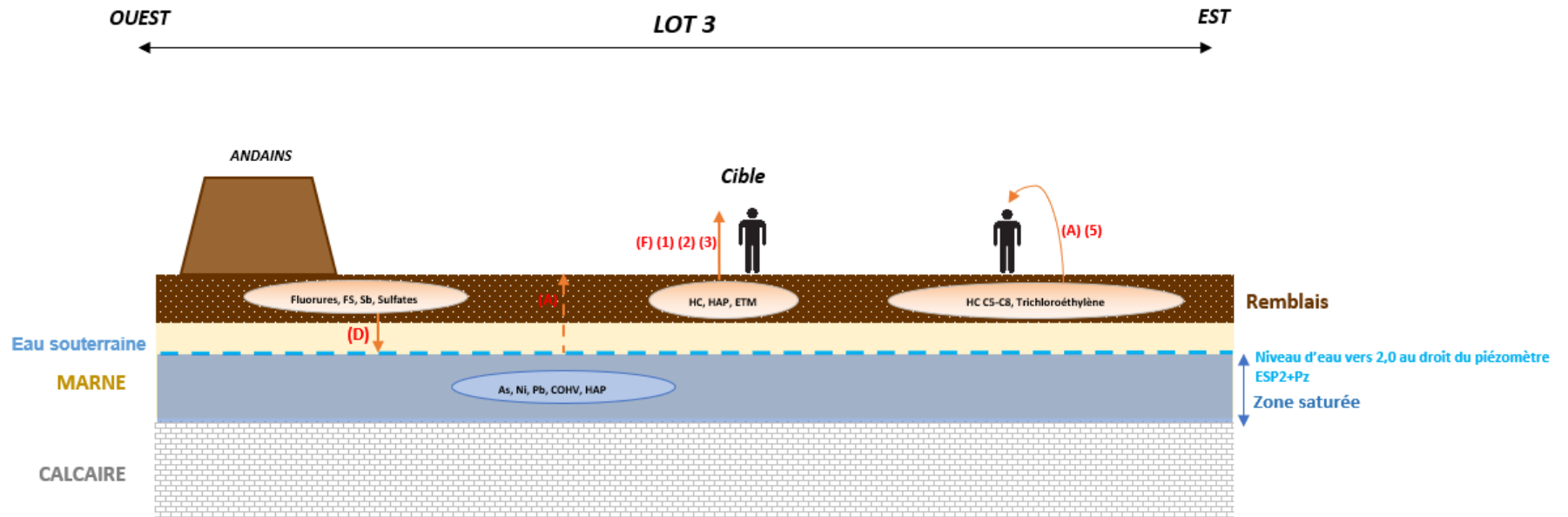
Sur la base des éléments obtenus lors des investigations complémentaires, le tableau ci-dessous reprend les composantes du schéma conceptuel présenté en figure 6.

Cette étape vise à sélectionner les voies d'expositions possibles, sur la base du contexte environnemental et de la configuration actuelle du site qui accueillera une plateforme de stockage des terres issues de l'aménagement global du périmètre d'étude XXL Les Fabriques.

L'usage futur est de ce fait considéré comme non sensible.

**Tableau 14. Schéma conceptuel**

Aménagement		Usage	Etat actuel	Cibles
Sur site	Lot 3 - Plateforme de stockage des terres	Non sensible	Adultes travailleurs	
Hors site	Sensible (urbain)	-	-	
SOURCES DE POLLUTION				
Sols	Présence d'éléments traces métalliques (Cuivre, Mercure et Plomb). Teneurs en HAP et HC C10-C40 quantifiées			
Eaux souterraines	Présence d'anomalies en Arsenic, Nickel et Plomb, traces de Tétrachlorométhane, Chlorure de Vinyle, Trichloroéthylène et Chloroforme et HAP			
Gaz du sol	Présence d'hydrocarbures aliphatiques C5-C6 et >C8 - C10 et trichloroéthylène			
VOIES DE TRANSFERT				
Modes de transfert	Retenue	Justifications		
La volatilisation	Oui	Présence de composés volatils dans les gaz du sol		
Le contact direct	Oui	Recouvrement surfacique de type dalle béton ou enrobé non présent sur l'ensemble de l'îlot		
L'usage des eaux souterraines sur site	Non	Absence d'usage des eaux souterraines au droit du site		
Bioaccumulation dans les végétaux	Non	Absence de végétaux sur site		
La perméation	Non	Sans objet pour la création de la plateforme de stockage		
La migration hors site via les eaux souterraines	?	non défini		
VOIES D'EXPOSITION				
Voies d'expositions	Retenue	Justification		
Inhalation de polluant sous forme gazeuse	Oui	Présence d'impact dans les gaz du sol		
Inhalation de polluant adsorbé sur les poussières du sol	Oui	Recouvrement surfacique de type dalle béton ou enrobé non présent sur l'ensemble de l'îlot		
Inhalation de vapeur d'eau polluée	Oui	Présence de substance volatile dans les eaux souterraines (Tétrachlorométhane, Chlorure de Vinyle, Trichloroéthylène et Chloroforme, Naphtalène)		
Ingestion directe de sol et/ou de poussières	Oui	Recouvrement surfacique de type dalle béton ou enrobé non présent sur l'ensemble de l'îlot		
Ingestion d'aliments d'origine végétale cultivés sur ou à proximité du site	Non	Absence de culture au droit du site		
Ingestion d'aliments d'origine animale à partir d'animaux pêchés à proximité du site	Non	Absence d'élevage sur site		
Ingestion d'eau contaminée	Non	Sans objet pour la création de la plateforme de stockage		
Absorption cutanée de sols et/ou de poussières	Oui	Recouvrement surfacique de type dalle béton ou enrobé non présent sur l'ensemble de l'îlot		
Absorption cutanée d'eau contaminée (bain, douche, baignade en gravière)	Non	Sans objet pour la création de la plateforme de stockage		
Absorption cutanée de polluant sous forme gazeuse	Non	Voie d'exposition négligeable devant la voie inhalation de vapeur. Elle est de plus classiquement négligée dans les études de ce type.		



Voies de transfert :

- Dégazage (A)
- Ruissellement (B)
- Transfert dans les eaux souterraines par percolation (C)
- Transfert dans les eaux souterraines par lixiviation (D)
- Infiltration dans les sols (E)
- Envol de poussières, Contact direct (F)

Voies d'exposition :

- Ingestion directe de poussières de sol (1)
- Inhalation directe de poussières du sol (2)
- Contact cutané (3)
- Inhalation du substances volatils en air intérieur (4)
- Inhalation du substances volatils en air intérieur (5)
- Ingestion / Contact d'eau contaminée (6)
- Ingestion d'aliments (végétaux, animaux, poissons) (7)
- X→ Suppression voie d'exposition

Cibles : Futurs usagers (Adultes travailleurs)


 Sources / impacts

Figure 24. Schéma conceptuel (usage non sensible : création d'une plateforme de stockage des terres)



## 11 CONCLUSIONS

Préalablement à l'aménagement de l'Ecoquartier Les Fabriques consistant en la reconversion d'une vaste emprise anciennement industrielle aux abords du marché aux puces, XXL Marseille souhaite affiner l'état des lieux existant relatif à la qualité du sous-sol.

Dans ce cadre, XXL Marseille, assisté de la société RESOLVE, Assistant à Maitrise d'Ouvrage Sites et Sols Pollués de XXL Marseille, a ainsi mandaté ENVISOL pour la réalisation de cet état des lieux.

La présente étude concerne le Lot 3 localisé en bordure Nord-Est de l'ensemble de l'opération Les Fabriques à Marseille (13) et voué à accueillir une plateforme de stockage des déblais qui seront générés dans le cadre de l'aménagement de l'ensemble de l'Ecoquartier.

Les investigations complémentaires réalisées par ENVISOL ont porté sur une caractérisation complémentaire des milieux sols, eaux souterraines et gaz du sol. Elles ont permis de souligner les éléments suivants :

- les terrains au droit du site sont principalement composés de marnes sableuses reposant sur un substratum calcaire. Localement, des remblais ont été rencontrés sur les sondages R32, R36 et R39 ;
- dans les sols, les résultats analytiques ont mis en évidence :
  - des anomalies ponctuelles sur les éléments traces métalliques Cuivre, Mercure et Plomb avec de fortes anomalies essentiellement sur les échantillons prélevés au droit des remblais : R32 (0 – 3,0) m et R36 (0 – 2,6) m ;
  - des teneurs quantifiées en HAP, HC C10-C40 dans des teneurs néanmoins non significatives ;
  - une anomalie ponctuelle en PCB sur l'échantillon R39 (0,1 – 0,2) m associé à des remblais ;
  - l'absence d'anomalies sur les autres substances recherchés (BTEX, COHV, Cyanures) ;
  - d'un point de vue caractérisation des déblais, des dépassements essentiellement sur les paramètres Fraction Soluble et Sulfates associés ont été rencontrés.
- dans les eaux souterraines :
  - la présence d'anomalies en Arsenic et Plomb dans des teneurs supérieures aux valeurs de référence de l'Arrêté du 17/12/2008 et de l'Annexe I de l'Arrêté du 11/01/2007 sur le piézomètre ESP2 + Pz. Un dépassement de la valeur de référence de l'Annexe I de l'Arrêté du 11/01/2007 en Nickel est également observé sur ESP2 + Pz;
  - la présence de Tétrachlorométhane, Chlorure de Vinyle, Trichloroéthylène et Chloroforme sur le piézomètre amont Pz-Geze-1 ;
  - la présence de HAP quantifiés sur les deux piézomètres avec une teneur, pour la somme des HAP, 10 fois plus élevée sur le piézomètre ESP+Pz, latéral hydraulique.
- Dans les gaz du sol, la présence d'hydrocarbures aliphatiques C5-C6 et >C8 - C10 et trichloroéthylène quantifiés.

### **Recommandations / proposition de mesures de gestion :**



A l'issue des opérations de stockage des matériaux générés lors de l'aménagement de l'Ecoquartier, il conviendra de procéder à des investigations sur les milieux afin d'évaluer l'impact de ce stockage sur la qualité des milieux. Par ailleurs, en fonction de l'aménagement final du Lot 3 au droit duquel des logements collectifs, bureaux tertiaires et commerces seront créés, il est recommandé :

- d'évacuer en filières adaptées l'ensemble des déchets et détritux superficiels retrouvés sur site ;
- de procéder à une Evaluation Quantitative des risques Sanitaires permettant de statuer sur la compatibilité de l'état des milieux avec l'usage futur envisagé notamment au regard des teneurs retrouvées dans les gaz du sol ;
- en cas d'évacuation de matériaux hors site, d'orienter les matériaux vers les filières spécifiques habilitées à les recevoir ;
- d'investiguer les mailles non caractérisées ce jour à savoir les mailles M83 et M86 au droit desquelles une station-service avec atelier et aire de lavage étaient implantées ainsi que les mailles M80, M81 et M84.

### **Restrictions d'usage du document**

Les conclusions et recommandations énoncées ci-dessus ne sont valables que pour l'usage du site fixé au démarrage de l'étude. En cas de changement d'usage, il sera nécessaire de mettre à jour ce document.

Ce rapport et ses annexes (corps de texte, cartes, figures, photographies, pièces et documents divers...) constituent un ensemble indissociable. L'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de cet ensemble, ainsi que toute interprétation au-delà des indexations et énonciations d'ENVISOL ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur les conditions du site telles qu'observées lors de la visite et sur les informations fournies. Les informations obtenues sont supposées être exactes. Cette étude ne peut prétendre à l'exhaustivité.



# GLOSSAIRE GENERAL

---



ARS	Agence Régionale de Santé
AEP	Alimentation en Eau Potable
AEI	Alimentation en Eau Industrielle
As	Arsenic
Ba	Baryum
BARPI	Bureau d'analyse des Risques et Pollutions Industrielles
BASIAS	Base des Anciens Sites Industriels et Activités de Service
BASOL	Base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif
Bo	Bore
BRGM	Bureau de Recherche Géologique et Minière
BSD	Bordereau de suivi de déchets
BSS	Base de données du sous sol
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes.
Cd	Cadmium
Cr	Chrome
COHV	Composés Organo Halogénés Volatils
Cu	Cuivre
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
FOD	Fioul domestique
Go	Gasoil
HAM	Hydrocarbures aromatiques monocycliques
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.
HCT	Hydrocarbures Totaux
Hg	Mercurie
HU	Huiles usagées
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
ISDI	Installation de Stockage pour Déchets Inertes
Mo	Molybdène
Ni	Nickel
Pb	Plomb
PCB	Polychlorobiphényles
PL	Poids lourds
Sb	Antimoine
Se	Sélénium
SP 95	Essence sans plomb 95
SP 98	Essence sans plomb 98
VL	Véhicules légers
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
Zn	Zinc
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique



# ANNEXES

---

**Annexe 1. Plan cadastral de la zone d'étude**

**Annexe 2. Coupes techniques des piézairs**

**Annexe 3. Fiches de prélèvements des sols – juin 2020**

**Annexe 4. Fiches de prélèvements des piézairs**

**Annexe 5. Fiches de prélèvements des eaux souterraines**

**Annexe 6. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES – sols**

**Annexe 7. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES – gaz du sol**

**Annexe 8. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX NUTRISCIENCES – eaux souterraines**





## *Annexe 1. Plan cadastral de zone d'étude*

---



## *Annexe 2. Coupes techniques des piézairs*

---



---

*Annexe 3. Fiches de prélèvement des sols – juillet 2020*

---



#### *Annexe 4. Fiches de prélèvements des piézairs*

---



## *Annexe 5. Fiches de prélèvement des eaux souterraines*

---



*Annexe 6. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX  
NUTRISCIENCES - sols*

---



*Annexe 7. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX  
NUTRISCIENCES – gaz du sol*

---



*Annexe 8. Bordereaux d'analyses du laboratoire MERIEUX  
NUTRISCIENCES – eaux souterraines*

---