



MOTU 1

Rapport

Site « Diablos Bleus » à Nice (06)

Diagnostic pollution et Plan de Gestion



Rapport n°118266 /version C du 06 décembre 2022




Projet suivi par guillaume FALEWEE – 06 70 49 77 43 – guillaume.falewee@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Site « Diables Bleus » à Nice (06) Diagnostic pollution et Plan de Gestion

CLIENT	SITE
MOTU 1	MOTU 1
32 rue de Monceau 75008 PARIS	Ensemble immobilier 10,16 et 18 route de Turin 8bis avenue des Diables Bleus Nice
Mme CLERAUX Aurélie Directrice – Project Management Tél. 01 56 90 24 99 Mail. aurelie.cleraux@arkea-re.com	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	FALEWEE Guillaume
Interlocuteur commercial	PUJOL Cyril
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation d'Aubagne 04.42.08.70.70 Secretariat.marseille@anteagroup.fr
Rapport n°	118266
Version n°	C
Votre commande et date	date : 04/03/2022
Projet n°	IDFP210875
Codes prestation selon NF X31-620	DIAG & PG

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	OUDSHORN	Ingénieur d'étude	Juin 2022	
Rédaction/Vérification	FALEWEE	Chef du projet	Octobre 2022	
Approbation	GNANA	Superviseur du projet	Septembre 2022	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	08/07/2022	93	10	Rapport intermédiaire
B	23/09/2022	153	11	Rapport final
C	06/12/2022	154	11	Modification projet d'aménagement

Sommaire

Résumé non technique 10

1.	Contexte et objectif de l'étude	12
2.	Méthodologie générale	13
2.1.	Textes de références	13
2.2.	Description de la mission	13
3.	Présentation et analyse de l'existant	14
3.1.	Descriptif de la zone d'étude	14
3.2.	Documents transmis par le client.....	18
3.2.1.	Etudes réalisées	18
3.2.2.	Projet ou usage futur	18
4.	Synthèse et mise à jour des études réalisées (INFOS)	26
4.1.	Synthèse des études réalisées.....	26
4.2.	Informations historiques complémentaires.....	31
4.2.1.	Situation réglementaire	31
4.3.	Travaux de réhabilitations réalisés – Hors site.....	35
4.3.1.	Parcelle IP 151 (IV) – Nord de la voie ferrée	35
4.3.2.	Parcelle IP 155 (Villa et VIIIb) – Gare routière	37
4.4.	Synthèse	39
5.	Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations (A130)	40
5.1.	Schéma conceptuel initial	40
5.1.1.	Sources potentielles de pollution	41
5.1.2.	Voie de transfert	41
5.1.3.	Cibles	42
5.1.4.	Voies d'exposition et scénarii retenus	42
5.2.	Programme d'investigations	42
6.	Investigations sur site	46
6.1.	Objectifs	46
6.2.	Sécurité de l'intervention.....	46
6.2.1.	Plan de prévention.....	46
6.2.2.	Sécurisation vis-à-vis des réseaux enterrés	46
6.2.3.	Contrôle de la présence potentielle d'amiante dans les enrobés.....	47
6.3.	Investigations sur les sols (A200)	48
6.3.1.	Réalisation des sondages sur site.....	48
6.3.2.	Suivi des travaux et prélèvement des échantillons sur site	52
6.3.3.	Programme analytique des sols	52

6.4.	Investigations sur les eaux souterraines (A210).....	55
6.4.1.	Réalisation des piézomètres	55
6.4.2.	Echantillonnage des eaux souterraines	58
6.4.3.	Programme analytique des eaux souterraines	58
6.5.	Investigations sur les gaz du sol et des eaux souterraines (A230)	59
6.5.1.	Réalisation des ouvrages.....	59
6.5.2.	Prélèvement des gaz du sol.....	60
6.5.3.	Prélèvement des gaz issues des eaux souterraines	63
6.5.4.	Programme analytique des gaz du sol et issues des eaux souterraines	64
6.5.5.	Conditions météorologiques.....	64
6.6.	Maîtrise des impacts environnementaux de l'intervention.....	65
6.7.	Limites de la méthode d'investigation	66
7.	Résultats des investigations et interprétation (A270) 67	
7.1.	Préambule	67
7.2.	Valeurs de comparaison	68
7.3.	Résultats obtenus dans les sols.....	70
7.3.1.	Observations de terrain	70
7.3.2.	Résultats des analyses de sol en laboratoire	72
7.3.3.	Interprétation des résultats analytiques sur les sols	85
7.4.	Résultats obtenus dans les eaux souterraines	86
7.4.1.	Observations de terrain lors de la réalisation des piézomètres.....	86
7.4.2.	Piézométrie	87
7.4.3.	Observations organoleptiques lors de l'échantillonnage des eaux souterraines	89
7.4.4.	Paramètres physico-chimiques mesurés <i>in situ</i>	90
7.4.5.	Résultats des analyses d'eaux souterraines en laboratoire	92
7.4.6.	Interprétation des résultats sur les eaux souterraines	94
7.5.	Résultats obtenus dans les gaz du sol	97
7.5.1.	Observations de terrain	97
7.5.2.	Résultats des analyses en laboratoire.....	97
7.5.3.	Interprétation des résultats sur les gaz du sol	100
7.6.	Interprétation des résultats sur les gaz issus des eaux souterraines.....	101
7.6.1.	Observations organoleptiques.....	101
7.6.2.	Résultats des analyses en laboratoire.....	101
7.6.3.	Interprétation des résultats sur les gaz issus des eaux souterraines	102
7.7.	Interprétation générale.....	103
7.7.1.	Bilan	103
7.7.2.	Incertitudes	103
8.	Analyse des enjeux (schéma conceptuel) 104	

8.1. Rappel du projet d'aménagement sur site.....	104
8.2. Schéma conceptuel	105
8.2.1. Pollution	105
8.2.2. Vecteurs	105
8.2.3. Cibles.....	105
8.3. Enjeux	105
8.4. Voies d'exposition potentielles retenues.....	106
9. Evaluation de la compatibilité sanitaire	108
10. Elaboration du plan de gestion	109
10.1.Principe général de gestion des pollutions	109
10.2.Détermination des pollutions concentrées dans les sols	110
10.2.1. Méthode de détermination par analyse statistique	110
10.2.2. Méthode de détermination par interprétation cartographique.....	115
10.2.3. Bilan massique	122
10.3.Scénarios du plan de gestion.....	125
10.3.1. Scénarios étudiés	125
10.3.2. Estimations des volumes contaminés	126
10.4.Techniques de traitement applicables	136
10.4.1. Présélection des techniques	136
10.4.2. Filières envisageables et couts.....	138
10.4.3. Traitement Hors site par excavation et gestion des sols en filières.....	139
10.4.4. Traitement sur site par biodégradation (biotertre)	140
10.5.Chiffrage des scénarios de gestion.....	142
10.5.1. Scénario A	142
10.5.2. Scénario B.....	144
11. Synthèse des restrictions d'usage	147
12. Recommandations (Investigations complémentaires)	149
12.1.Suivi de travaux de remise en état environnemental - ARR Post travaux	149
12.2.HSE Chantier.....	150
12.3.Mémoire du site	150
13. Conclusions	151
13.1.Investigations des milieux	151
13.2.Evaluation de la compatibilité sanitaire avant travaux (ARR prédictive).....	152
13.3.Plan de gestion	153

Table des figures

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude	15
Figure 2 : Plan parcellaire	16
Figure 3 : Plan topographique du site du 08/02/2021 (source : MOTU 1)	17
Figure 4 : Programmation	19
Figure 5 : Activation du sol	20
Figure 6 : Plan masse - RDC	21
Figure 7 : Plan masse – R-1.....	22
Figure 8 : Plan masse – R-2.....	23
Figure 8 : Vue en coupe du cœur d'îlot (Ouest-Est)	24
Figure 9 : Phasage envisagé.....	25
Figure 10 : localisation des investigations menées au droit de la zone d'étude et indices relevés (Source : Synthèse environnementale - BG du 13.09.2017)	30
Figure 11 : localisation des parcelles mentionnées dans l'AP du 04/01/2005.....	34
Figure 12 : Localisation des anciennes cuves – parcelle IP151 (Source : rapport EAT).....	36
Figure 13 : Caractéristiques des cuves – parcelle IP155 (Source : rapport EAT).....	37
Figure 14 : Localisation des anciennes cuves – parcelle IP155 (Source : rapport EAT).....	38
Figure 15 : Démolition du toit et des piliers de la cuve C1-A après vidange et nettoyage (Source : rapport EAT)	38
Figure 16 : Vue des piliers et des structures de la cuve C1-CA après vidange (Source : rapport EAT) .	39
Figure 17 : Localisation des investigations proposées sur plan de réseau ENEDIS	44
Figure 18 : Localisation prévisionnelle des investigations vis-à-vis des investigations ERG et BG	45
Figure 19 : Illustration de la détection des réseaux enterrés au géoradar	47
Figure 20 : Illustration du sondage Sw1 à gauche et S12 à droite	49
Figure 21 : Localisation des sondages réalisés et des refus – sur image satellite.....	50
Figure 22 : Plan de localisation des piézomètres au droit du site – fond satellite.....	56
Figure 23 : Plan de localisation des piézomètres « gaz »	59
Figure 24 : Dispositif de prélèvement des gaz de sol	61
Figure 25 : Réalisation du prélèvement d'air (canister 6L) – Pz4	63
Figure 26 : Cartographie des teneurs maximales en hydrocarbures totaux quantifiées dans les sols .	83
Figure 27 : Cartographie des teneurs maximales en HAP quantifiées dans les sols	84
Figure 28 : Carte piézométrique interprétative de la zone d'étude – mai 2022.....	88
Figure 29 : Carte piézométrique interprétative de la zone d'étude – juillet 2022.....	89
Figure 30 : Cartographie des teneurs quantifiées dans les eaux souterraines	96
Figure 31 : Cartographie des teneurs quantifiées dans les gaz du sol	100
Figure 32 : Schéma conceptuel – usage futur (projet du 02/12/2022).....	107
Figure 33 : Fréquence cumulée des concentrations en HCT dans les sols.....	111
Figure 34 : Fréquence cumulée des concentrations en HCT dans les sols.....	112
Figure 35 : Répartition et distribution des concentrations en HCT dans les sols.....	113
Figure 36 : Répartition et distribution des concentrations en HAP dans les sols	114
Figure 37 : Modélisations de l'impact en HCT dans les sols (données 2017 et 2022)	118
Figure 38 : Modélisations de l'impact en HAP dans les sols (données 2017 et 2022)	122
Figure 39 : Bilan massique -Hct	123
Figure 40 : Répartitions des masses et volumes en Hct.....	123
Figure 41 : Bilan massique -HAP.....	124
Figure 42 : Répartitions des masses et volumes en HAP	124
Figure 43 : Plans de terrassement des sous-sols par tranche de 1 m	133
Figure 44 : Schéma de principe de fonctionnement d'un traitement par biotertre (source BRGM)..	140

Table des tableaux

Tableau 1 : Codification des prestations selon la norme NFX31-620-2	13
Tableau 2 : Référence cadastrale de la zone d'étude	15
Tableau 3 : Cotes altimétriques du projet.....	25
Tableau 4 : liste des activités soumises à déclaration.....	31
Tableau 5 : synthèse des sources de pollution retenues dans le schéma conceptuel.....	41
Tableau 6 : Scénarii d'exposition retenus	42
Tableau 7 : Investigations proposées.....	43
Tableau 8 : Résultats des analyses sur enrobé (source : rapport BG n° FF0109.96_RN001/Est).....	47
Tableau 9 : Sondages réalisés.....	48
Tableau 10 : Coordonnées des sondages de sol (SE2T)	51
Tableau 11 : Descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sols	52
Tableau 12 : Equipement des piézomètres.....	57
Tableau 13 : Coordonnées et cote NGF des piézomètres	57
Tableau 14 : Paramètres de prélèvement des gaz du sol – mai 2022.....	62
Tableau 15 : Paramètres de prélèvement des gaz du sol – juillet 2022.....	62
Tableau 16 : Disposition prises pour la maîtrise des impacts environnementaux.....	65
Tableau 17 : Valeurs de référence ou de comparaison.....	68
Tableau 18. Correspondance des résultats analytiques sur les sols (métaux et métalloïdes).....	73
Tableau 19 : Commentaires ou non-conformités par rapport au COFRAC relevés par le laboratoire .	73
Tableau 20 : Résultats d'analyses en métaux lourds obtenus sur les sols	75
Tableau 21 : Résultats d'analyses obtenus sur les sols	82
Tableau 22 : Mesures piézométriques et épaisseur de flottant le 12/05/2022	87
Tableau 23 : Mesures piézométriques et épaisseur de flottant le 22/07/2022	88
Tableau 24 : Observations organoleptiques lors de l'échantillonnage des eaux souterraines	89
Tableau 25 : Observations organoleptiques lors de l'échantillonnage des eaux souterraines	90
Tableau 26 : Paramètres physico-chimiques mesurés in situ le 12/05/2022	90
Tableau 27 : Paramètres physico-chimiques mesurés in situ le 12/05/2022	91
Tableau 28 : Résultats d'analyses obtenus sur les eaux souterraines (mai et juillet 2022).....	93
Tableau 29 : Résultats d'analyses obtenus sur les gaz du sol	99
Tableau 30 : Observations organoleptiques lors de l'échantillonnage de l'air issu des eaux souterraines.....	101
Tableau 31 : Résultats d'analyses obtenus sur les gaz issus des eaux souterraines	102
Tableau 32 : Résumé des voies d'exposition.....	106
Tableau 33 : scénarii de gestion étudiés	125
Tableau 34 : Volume de terre à excaver – emprise sous-sols	126
Tableau 35 : Bilan des volumes estimés de terres et catégorie de gestion pressenties au droit des futurs sous-sol (2 niveaux)	127
Tableau 36 : Catégories de gestion des terres pressenties et paramètres déclassant	134
Tableau 37 : Bilan des volumes estimés de pollution concentrée (scénarios B)	135
Tableau 38 : scénarios de gestion étudiés et volumes associés	136
Tableau 39 : Matrice de possibilité de réhabilitation pour les polluants organiques (Source : Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices, BRGM/RP - 58609 - FR, Juin 2010)..	137
Tableau 40 : Filières pressenties, coût et surcoût.....	138
Tableau 41 : Coûts et surcoûts estimatifs de la gestion des terres non inertes des futurs niveaux de sous-sol – Traitement Hors site (scénario A).....	143
Tableau 42 : : Cout et surcout estimatifs de la gestion de la pollution concentrée – Traitement Hors Site (scénario B).....	145
Tableau 43 : Tableau de synthèse des coûts de traitement Hors site (hors contrôles de réception) 146	

Tableau 44 : Modalités de contrôles post travaux..... 150

Table des annexes

Annexe I :	Abréviations générales
Annexe II :	Normes de prélèvement et d'échantillonnage
Annexe III :	Fiches de suivi de sondages et prélèvements des sols
Annexe IV :	Bordereaux d'analyses des sols
Annexe V :	Coupes géologiques et techniques des piézomètres
Annexe VI :	Fiches de prélèvement des eaux souterraines
Annexe VII :	Bordereaux d'analyses des eaux souterraines
Annexe VIII :	Coupes géologiques et techniques des piézaires
Annexe IX :	Fiches de prélèvement des gaz du sol
Annexe X :	Bordereaux d'analyses des gaz du sol et des eaux souterraines
Annexe XI :	Evaluation Quantitatives des Risques Sanitaires

Résumé non technique

CONTEXTE	
Maitre d'Ouvrage	MOTU 1
Adresse du site	10,16 et 18 route de Turin et 8bis avenue des Diabes Bleus à Nice (06)
Contexte	Construction d'un ensemble immobilier sur 2 niveaux de sous-sol
Activités actuelles	Bâtiments de bureaux et d'activité et parking ENEDIS et GRDF
Investigations réalisées	Prélèvements et analyses de sol, eaux souterraines et de gaz du sol entre 0 et 6,5 m de profondeur Paramètres analysés sur les sols, eaux souterraines et les gaz du sol et des eaux souterraines : hydrocarbures, solvants benzéniques et chlorés, cyanures, métaux lourds et pack analytique de gestion des déblais

RESULTATS	
Activités passées	<ul style="list-style-type: none"> Installation classée : Ancienne usine à gaz (site référencé en Secteur d'Information sur les Sols SIS)
Lithologie rencontrée	<ul style="list-style-type: none"> Remblais sablo-graveleux beiges entre 0,4 et 1,0 m d'épaisseur, Présence d'une dalle béton entre 0,5 -1m / 3 m et vers 5,5m au droit de nombreux ouvrages (S1, S2, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S12, S14, S23, S25), Argiles brunes à verts plus ou moins sableuses, avec cailloutis mm à cm entre 1 et 6,50m
Observations de terrain	<ul style="list-style-type: none"> Des imprégnations noirâtres, des mâchefers, des indices d'HCT volatils ont été relevés Niveaux d'eaux rencontrés entre 4,5 et 6 m de profondeur
Qualité des sols	<ul style="list-style-type: none"> Zone impactée en hydrocarbures totaux, HAP et CAV (dont benzène) en limite est du site (source de la pollution hors site ? Ancienne cuve à goudron à proximité) ; Zone au nord (sondages S11 et S14) présentant également des impacts en hydrocarbures et HAP dans les sols avec des teneurs supérieures aux seuils d'acceptation en ISDI. Impacts diffus en cyanures totaux et métaux lourds dans les remblais. Remblais et ponctuellement terrain naturel non acceptables en centre de stockage de déchets inertes → gestion spécifique des déblais à prévoir (surcoût) en phase travaux et dispositions HSE le cas échéant
Qualité des eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> Impact en hydrocarbures totaux, HAP et CAV (dont benzène) en limite est du site Impact en cyanures totaux en amont du site (Pz3) et en benzène (Pz4) pouvant potentiellement provenir des installations de l'ancienne usine à gaz au nord de la voie ferrée (hors site à l'amont).
Qualité des gaz du sol	<ul style="list-style-type: none"> Traces de COHV, pas de corrélation directe avec les impacts mesurés dans les sols
Qualité des gaz des eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> Dégazage de la nappe en hydrocarbures totaux et BTEX au droit des deux piézomètres prélevés (Pz2 et Pz4). Détection du benzène uniquement au droit de Pz2 avec une concentration de 12,4 µg/m3 et la détection des COHV uniquement au droit de Pz4.
Scénarii d'exposition évalués pour les usagers des zones réaménagées	<ul style="list-style-type: none"> Inhalation de composés issus du sol ou des eaux souterraines dans l'air intérieur de bâtiments et dans l'air extérieur (cibles adulte et enfant).

Analyse des Risques Résiduels	<ul style="list-style-type: none"> – L'analyse des Risques Résiduels réalisée au regard du futur projet d'aménagement indique que les niveaux de risque sont inférieurs aux seuils de risque recommandés dans la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués (rédigée par le Ministère chargé de l'Environnement, avril 2017). – L'état environnemental du site est compatible avec l'usage envisagé.
Plan de Gestion	<ul style="list-style-type: none"> – Mis en évidence d'une pollution de type « spot » centrée sur 2 à 3 sondages (S11, S24, S25) selon les seuils définis : <ul style="list-style-type: none"> - 2 000 mg/kg en Hct C10-C40 ; - 100 mg/kg en HAP.

Scénario	Description	Volumes impactés estimés (en m ³)	Coûts estimés (k € HT) (hors TGAP)	
			Fourchette basse	Fourchette haute
A	Gestion des spots de pollutions uniquement inclus dans la gestion des matériaux excavés dans le cadre du Projet (terrassement des sous-sols)	Emprise des sous-sols : 8 413 m ³ non inertes dont 1 759 m ³ de spot de pollution	1 185	1 565
B	Gestion de la totalité des spots de pollution et des matériaux excavés dans le cadre du projet (terrassement des sous-sols)	Emprise des sous-sols : 8 413 m ³ non inertes dont 1 759 m ³ de spot de pollution	1 735	2 255

On note que la réalisation des sous-sols traite une majorité des spots de pollution estimés sur site (entre 56 et 60 % de la pollution de type spot).

RECOMMANDATIONS	
Gestion des pollutions	<p>Au regard de l'occupation actuelle du site et du projet d'aménagement, seul le traitement hors site est envisageable.</p> <p>A la vue des coûts de gestion complémentaires à la réalisation des sous-sols permettant de gérer l'ensemble des spots de pollution identifiés (550 à 690 K€ HT hors TGAP pour 1 373 m³ de terre), de l'absence de risques sanitaires des pollutions en place vis-à-vis du projet d'aménagement et de la présence de pollution hydrocarburées hors site (anciennes cuves à goudron sous l'actuelle gare routière) pouvant impacter les sols et la nappe au droit du site, le scénario A présente le meilleur bilan coût avantage.</p>
Investigations complémentaires	<p>Dans le cadre de la création des futurs sous-sols et afin d'optimiser le plan de terrassement, nous préconisons la réalisation de sondages et analyses complémentaires au droit de la parcelle à l'angle nord-ouest (non accessible) et des bâtiments actuels (une fois ceux-ci démolis).</p>

1. Contexte et objectif de l'étude

La société MOTU 1 étudie le développement d'un projet immobilier aux adresses suivantes : 10, 16 et 18 route de Turin et 8bis avenue des Diablos Bleus à Nice (06).

Le site est actuellement occupé par des bâtiments de bureaux et d'activité par ENEDIS et GRDF. Il se situe sur l'emplacement d'une ancienne usine à gaz et sur de nombreux réseaux d'électricité publics très haute tension.

Le projet envisagé consiste en l'implantation d'un socle commun de commerces sur lequel s'élèvent à différentes hauteurs des logements et des bureaux. L'ensemble aura plusieurs étages entre R+4 et R+6 avec des émergences en R+ 12 et R+18. Il s'établit sur deux niveaux de parkings enterrés comptant un peu plus de 400 places.

Compte tenu de l'historique du site (ancienne usine à gaz) et des différentes études environnementales menées sur site depuis le début des années 2000, **MOTU 1** a confié à Antea Group la réalisation d'investigations complémentaires et d'un Plan de Gestion adapté au projet de réaménagement, dans l'objectif :

- D'évaluer les conséquences de la présence des polluants sur le projet ;
- De dimensionner les mesures de gestion, dont la gestion des terres en déblais, à mettre en œuvre pour mener à bien le projet et s'assurer de sa compatibilité avec l'état de pollution du site avec l'usage projeté.

Le rapport d'étude rend compte des résultats de la mission qui a consisté en :

- l'élaboration d'un programme prévisionnel d'investigations ;
- la réalisation d'une campagne d'investigation des sols, eaux souterraines et gaz du sol ;
- l'interprétation des résultats de ces investigations ;
- une analyse des enjeux sanitaires (A320) ;
- la mise en œuvre d'un plan de gestion (A330).

2. Méthodologie générale

2.1. Textes de références

La méthodologie appliquée pour la réalisation de la mission répond :

- à la note du 19 avril 2017 et la mise à jour de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 éditée par le Ministère en charge de l'Environnement,
- aux exigences et préconisations des normes NF X31-620, révision de décembre 2021, « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués »,
- aux exigences du référentiel de certification de service, révision 7 de février 2022, des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués,

Les abréviations utilisées figurent en Annexe I. Les normes techniques de prélèvement et d'échantillonnage applicables sont mentionnées en Annexe II.

2.2. Description de la mission

La présente étude entre dans le champ d'application de la norme NF X 31-620-2 de décembre 2018 applicable aux « Prestations de service relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle » et codifiée (cf. tableau ci-dessous) :

Tableau 1 : Codification des prestations selon la norme NFX31-620-2

Codification	Prestations
INFOS (mise à jour)	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations <ul style="list-style-type: none"> • A100 : Visite du site • A110 : Etudes historiques, documentaire et mémorielle • A120 : Etude de vulnérabilité des milieux • A130 : Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations
DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats <ul style="list-style-type: none"> • A200 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols • A210 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines • A230 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol • A270 : Interprétation des résultats des investigations
PG	Plan de Gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site : <ul style="list-style-type: none"> • A320 : Analyse des enjeux sanitaires • A330 : Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages

Notre prestation, conformément à la méthodologie et aux normes précitées, s'applique à la gestion des pollutions chimiques. Elle ne s'applique pas à la gestion des pollutions par des substances radioactives, par des agents pathogènes ou infectieux, par l'amiante ou par des engins pyrotechniques.

Les prestations réalisées sont décrites dans les chapitres suivants.

3. Présentation et analyse de l'existant

3.1. Descriptif de la zone d'étude

La zone d'étude concernée est localisée 10,16 et 18 route de Turin et 8bis avenue des Diablos Bleus à Nice (06) (voir Figure 1). Le site, visité à plusieurs reprises entre mars et mai 2022, est occupé par des bâtiments de bureaux et d'activités de ENEDIS et GRDF (usage tertiaire). Il est composé de :

- Locaux administratifs, techniques et magasins d'exploitation ENEDIS (parcelle n°192) :
 - 1 bâtiment accueillant le local syndical au nord-ouest du site,
 - 1 bâtiment à usage de magasin, dans le secteur nord-ouest du site,
 - des hangars au nord du site (magasin).

- Locaux administratifs et d'exploitation ENEDIS et GRDF (parcelles °154 et 163) :
 - 1 bâtiment principal en forme de L en R+2 et localisé au centre et à l'ouest de la parcelle n°154,
 - 1 bâtiment annexe, plus petit, en R+1 et localisé au sud de la parcelle n°154,
 - plusieurs zones de voirie et de parking,
 - de quelques espaces verts.

D'une superficie de 11 064 m², dont près de 6 000 m² de bâti, le site est accessible depuis l'Avenue des Diablos Bleus. La localisation géographique du site et de son emprise est présentée en Figure 1 ci-après.



Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Les parcelles cadastrales concernées par la présente étude sont les suivantes :

Tableau 2 : Référence cadastrale de la zone d'étude

Section	Parcelle	Adresse(s) associé(s)	Superficie
IP	154	Route de Turin	4 144 m ²
	163		271 m ²
	191		533 m ² , non accessible lors de l'étude
	192		6 116 m ²

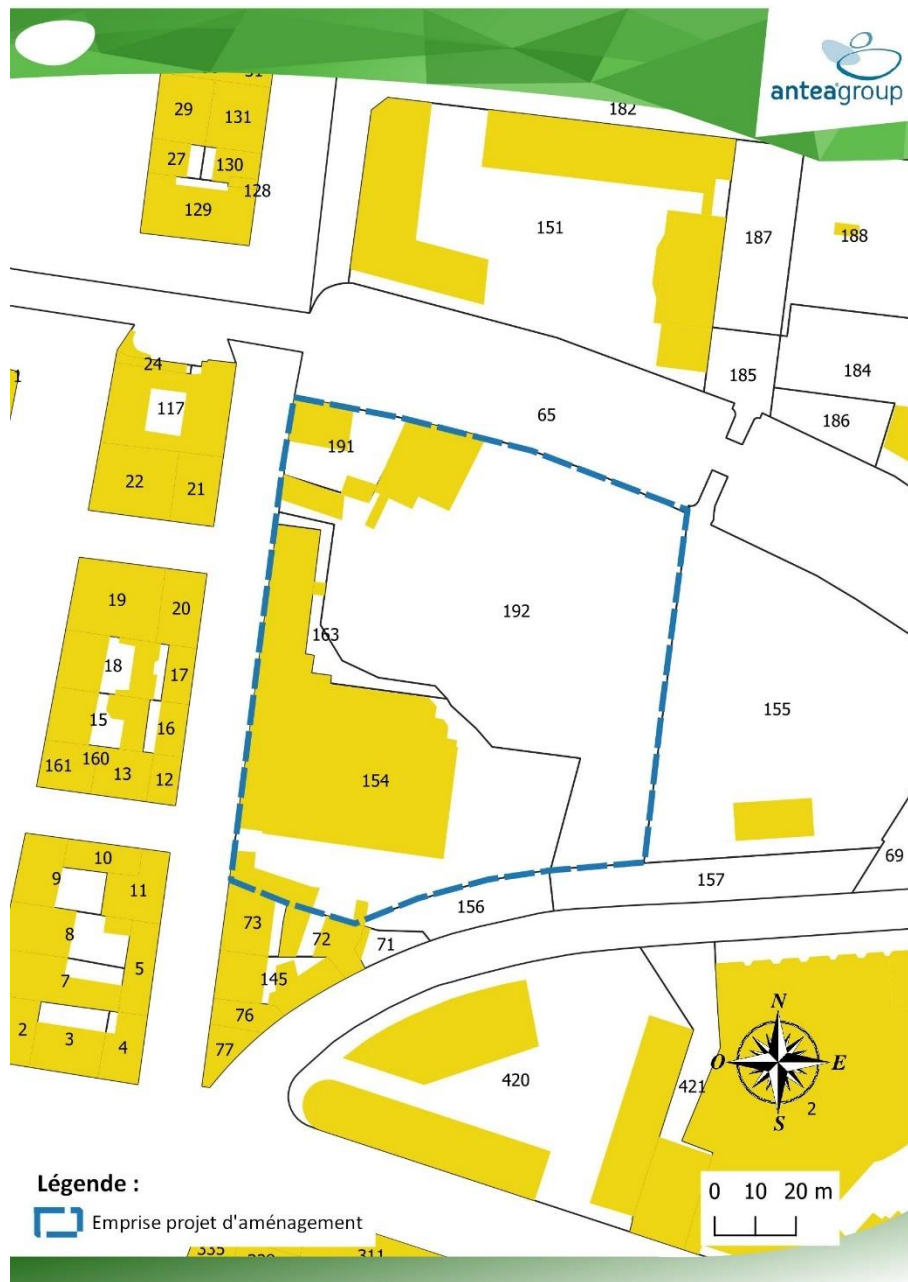


Figure 2 : Plan parcellaire

D'une topographie plane, le site étudié est référencé à une altitude moyenne de + 17,5 m NGF.

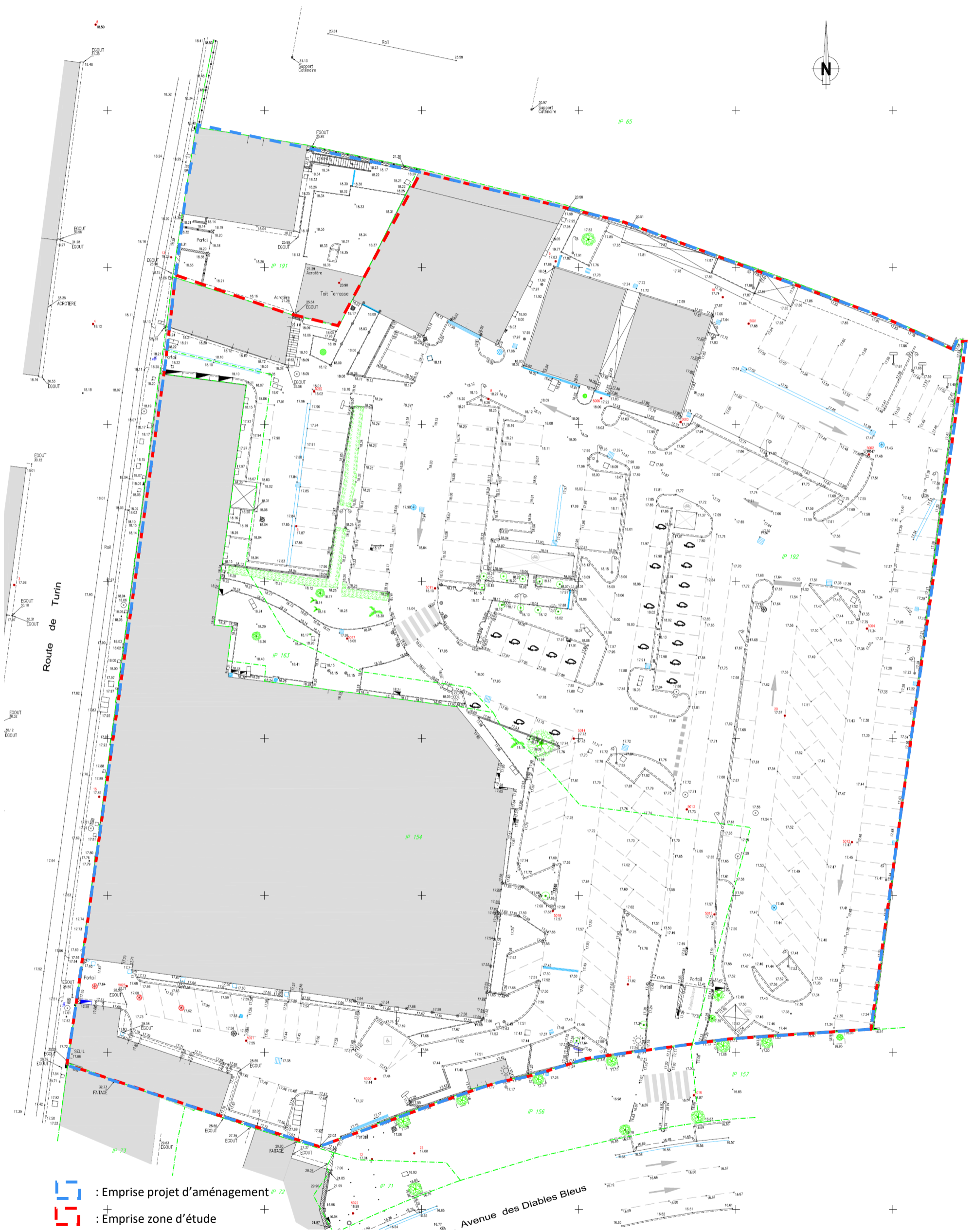


Figure 3 : Plan topographique du site du 08/02/2021 (source : MOTU 1)

3.2. Documents transmis par le client

3.2.1. Etudes réalisées

Le site a fait l'objet de plusieurs diagnostics de pollution depuis 2005 par les bureaux d'études ERG et BG, incluant une étude historique, de vulnérabilité des milieux et des investigations sur les milieux sols, eaux souterraines, air du sol et air ambiant.

Les documents transmis par le client sont les suivants :

- Diagnostic initial ERG Etape A du 19.12.2005 (rapport 05ME177AaENVNSSG-9331) – correspondant à l'actuelle mission INFOS ;
- Investigations des milieux sol, air intérieur du 21.02.2017 (rapport 16MES362AaENVSftBT-40438)
- Synthèse environnementale - BG du 13.09.2017 (FF0109.96_RN001/Est)
- Diagnostic environnemental ERG du 27 mars 2018 (16ME362BaENVEJEJ)
- Diagnostic complémentaire – investigation de l'air intérieur du 19.09.2018 (16ME362BbENVEJEJ-42646)
- Fiche de Synthèse Environnementale actualisée de ERG (30/10/2019).

3.2.2. Projet ou usage futur

Le projet d'aménagement consiste en l'implantation d'usages mixtes (logements, bureaux, commerces et services, résidence sénior, auditorium et co-living ou résidence étudiantes). Les bâtiments s'éleveront à différentes hauteurs, entre R+4 et R+6 avec des émergences en R+12 et R+17. Il s'établit sur deux niveaux de parkings enterré comptant un 319 places pour VL et 55 places pour 2 roues motorisée. Le cœur d'îlot sera agrémenté d'un jardin en pleine terre, représentant 25,6 % de l'unité foncière.

Les données projets communiqués à Antea Group sont synthétisés dans le document « Stratégie de régénération de la Vallée du Paillon » – phase AVP – 07/07/2022.

Les plans de masses des différents niveaux et plans en coupe (phase AVP) mis à jour et datant du 2 décembre 2022 ont été transmis par FEVRIER CARRE (architectes).

Il est à noter que les emprises et les hauteurs des niveaux de sous-sol ont évolué au cours de l'étude avec une augmentation de la hauteur du R-1 sur l'ensemble du projet à 4,37 m contre 2,5 m initialement et du R-2 à 2,8 m.

Le projet initial comportant 2 niveaux de sous-sols de 2,5 m chacun, ce dernier projet d'aménagement n'a donc pas été pris en compte dans le programme d'investigations.

Les principaux plans projet sont présentés ci-après.

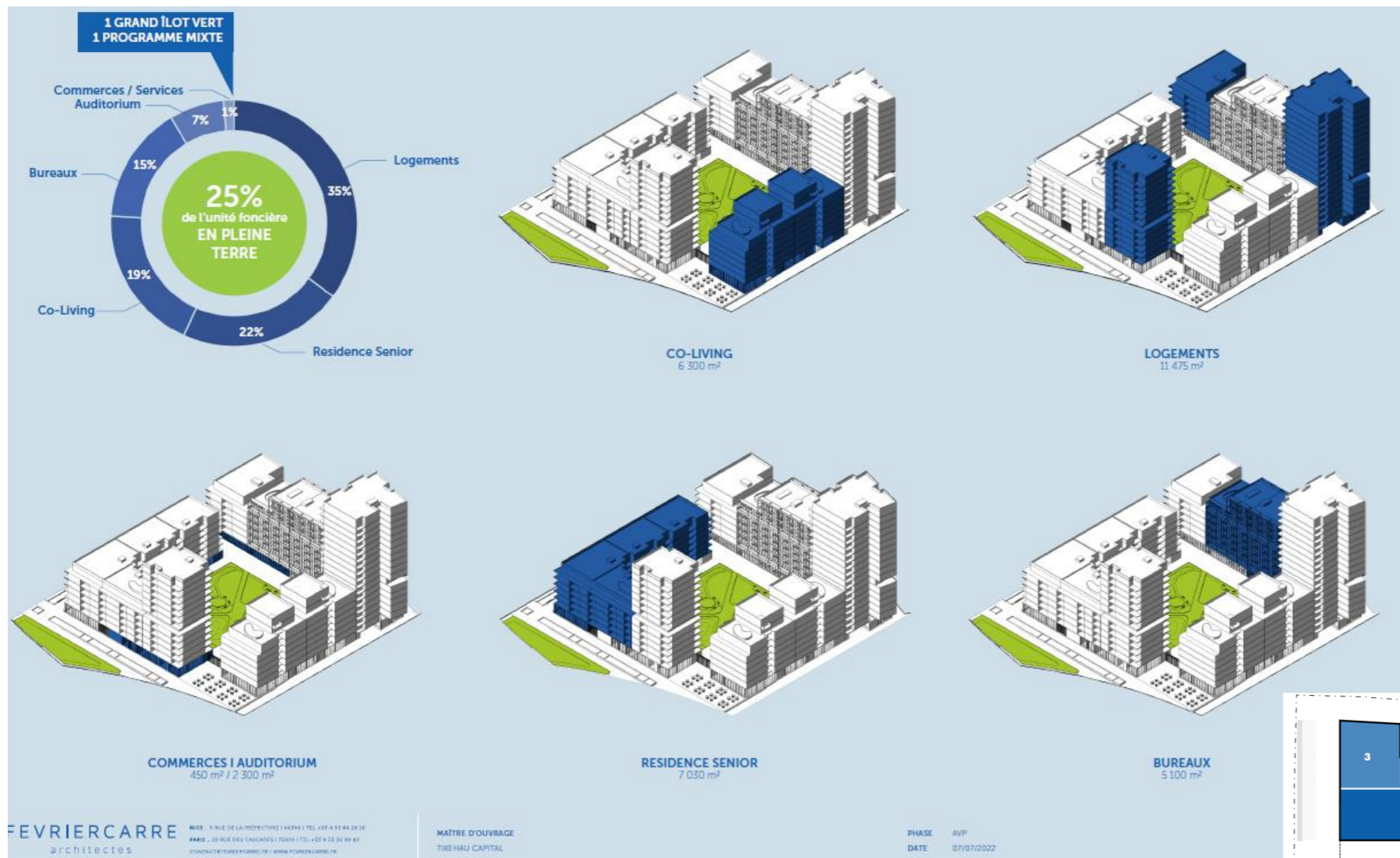
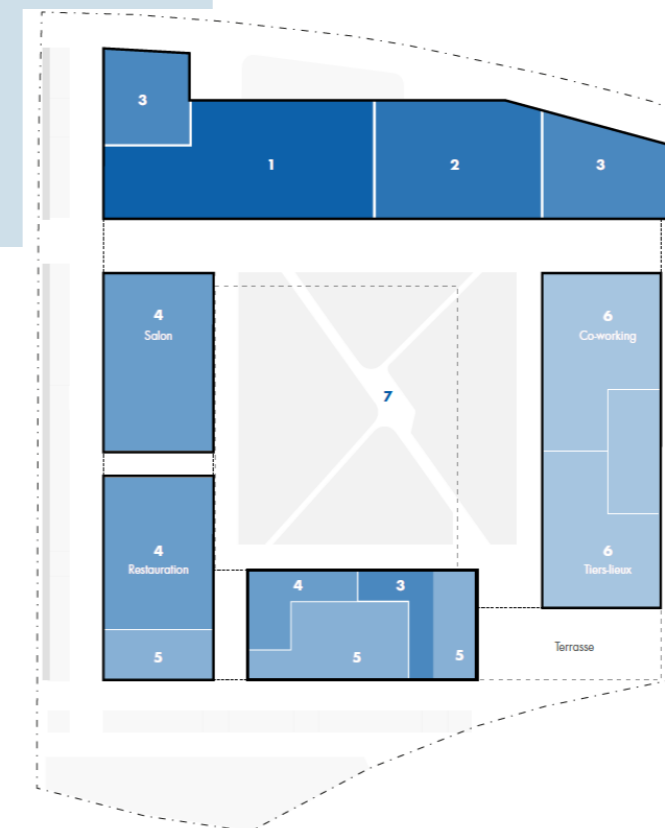
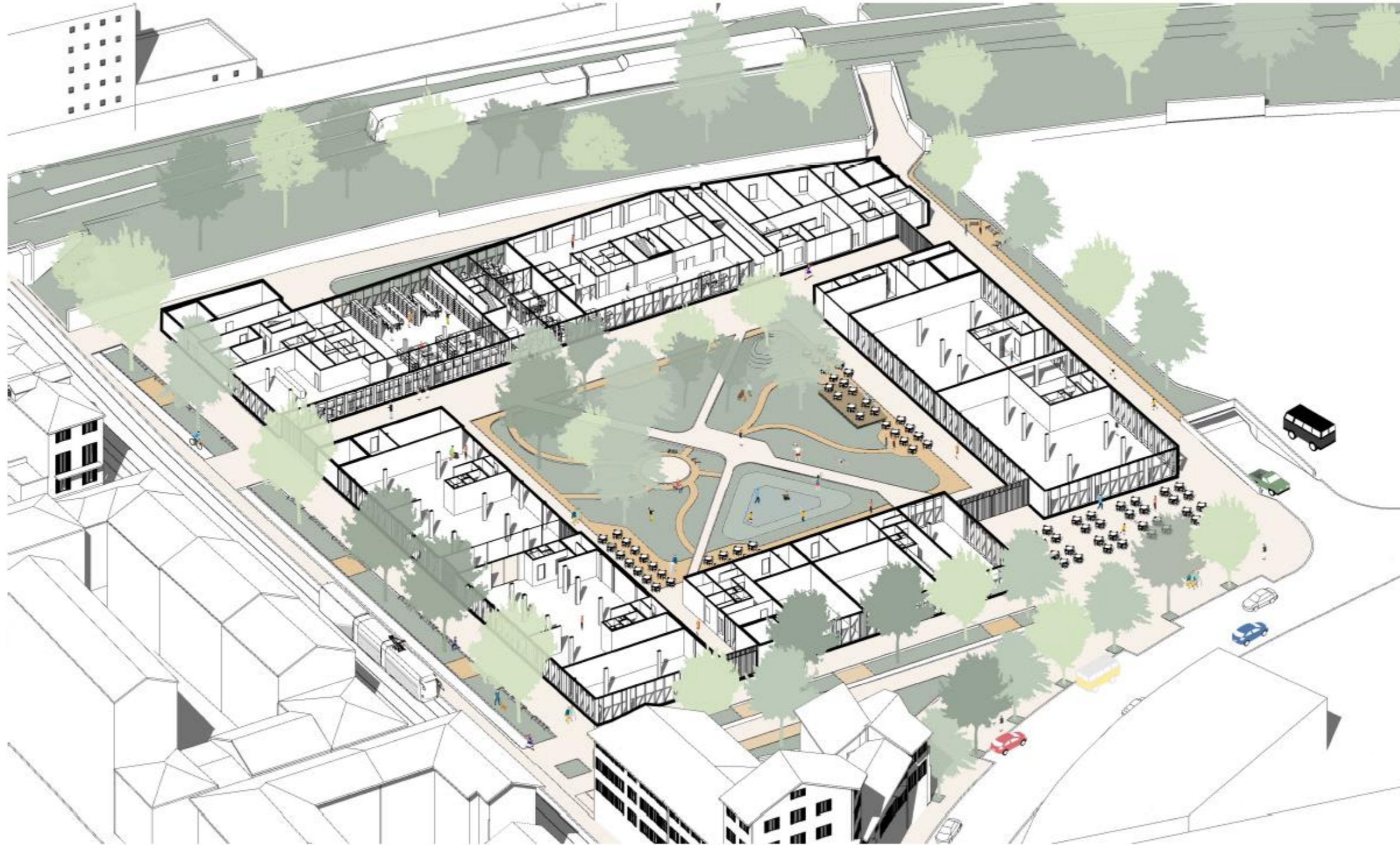


Figure 4 : Programmation





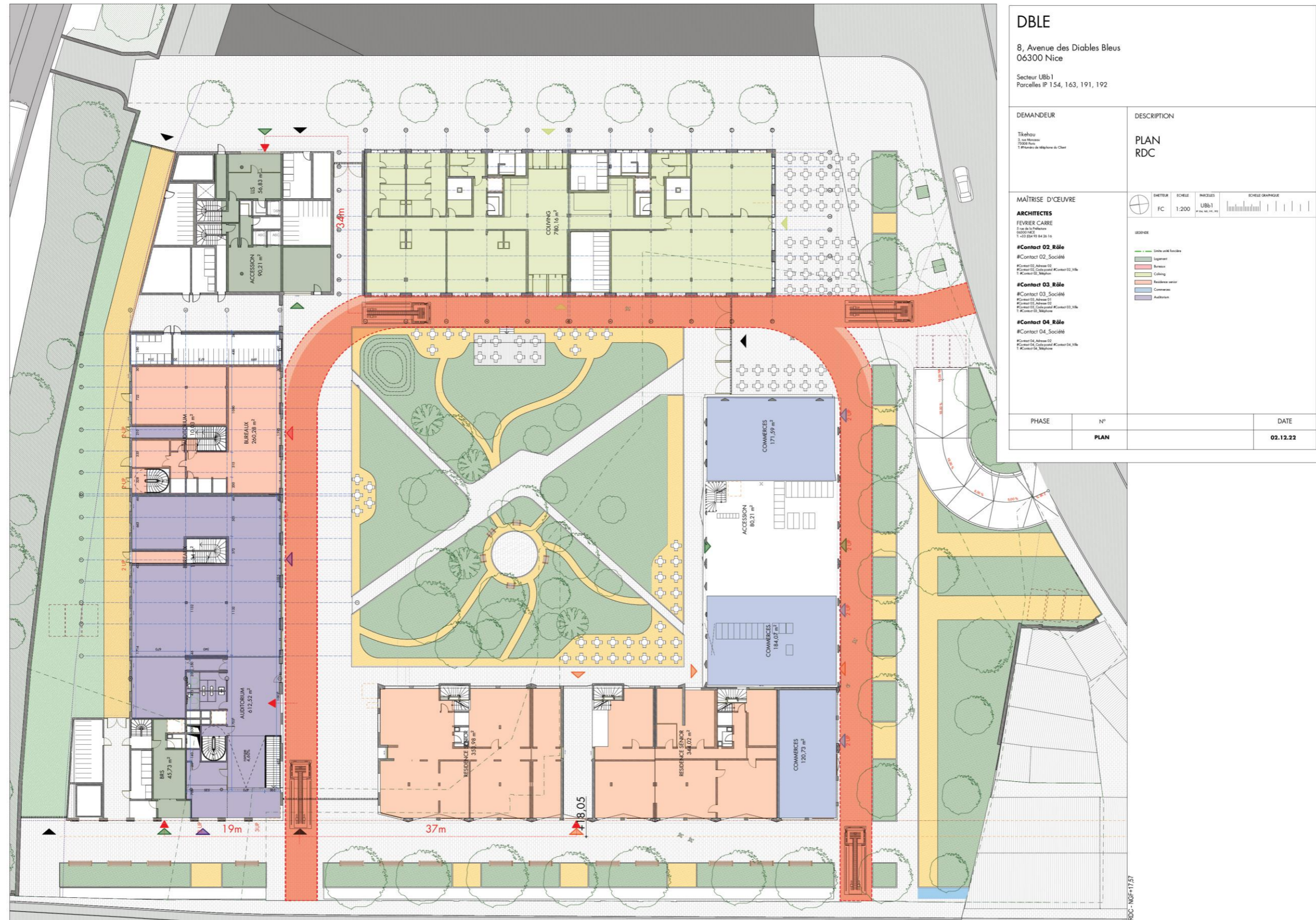
FEVRIERCARRE
 architectes
NICE - 5 RUE DE LA PROPECTURE | 06100 | TEL. 4 93 44 26 14
 PARIS - 29 RUE DES CASCADES | 75009 (7E) | 33 1 32 36 99 49
 CONTACT@FEVRIERCARRE.FR | WWW.FEVRIERCARRE.FR

MAÎTRE D'OUVRAGE
 TIKHAU CAPITAL

PHASE AVP
 DATE 07/07/2022

DBLE | Nice

Figure 5 : Activation du sol



DBLE

8, Avenue des Diables Bleus
06300 Nice

Secteur UBb1
Parcelles IP 154, 163, 191, 192

DEMANDEUR	DESCRIPTION
Tikehou 2, rue Matisse 20084 Nice T: 06 83 84 84 34	PLAN RDC

MAÎTRISE D'ŒUVRE	ÉTAT	ÉCHELLE	INSTRUMENT	ÉCHELLE GRAPHIQUE
ARCHITECTES FÈVRIER CARRÉ 1, rue de la République 06000 NICE T: +33 (0)4 93 84 34 14	FC	1:200	UBb1	

USAGES

- Unité unit fonction
- Logement
- Bureau
- Coliving
- Bâtiment mixte
- Commerce
- Auditorium

PHASE	N°	DATE
PLAN		02.12.22

Figure 6 : Plan masse - RDC

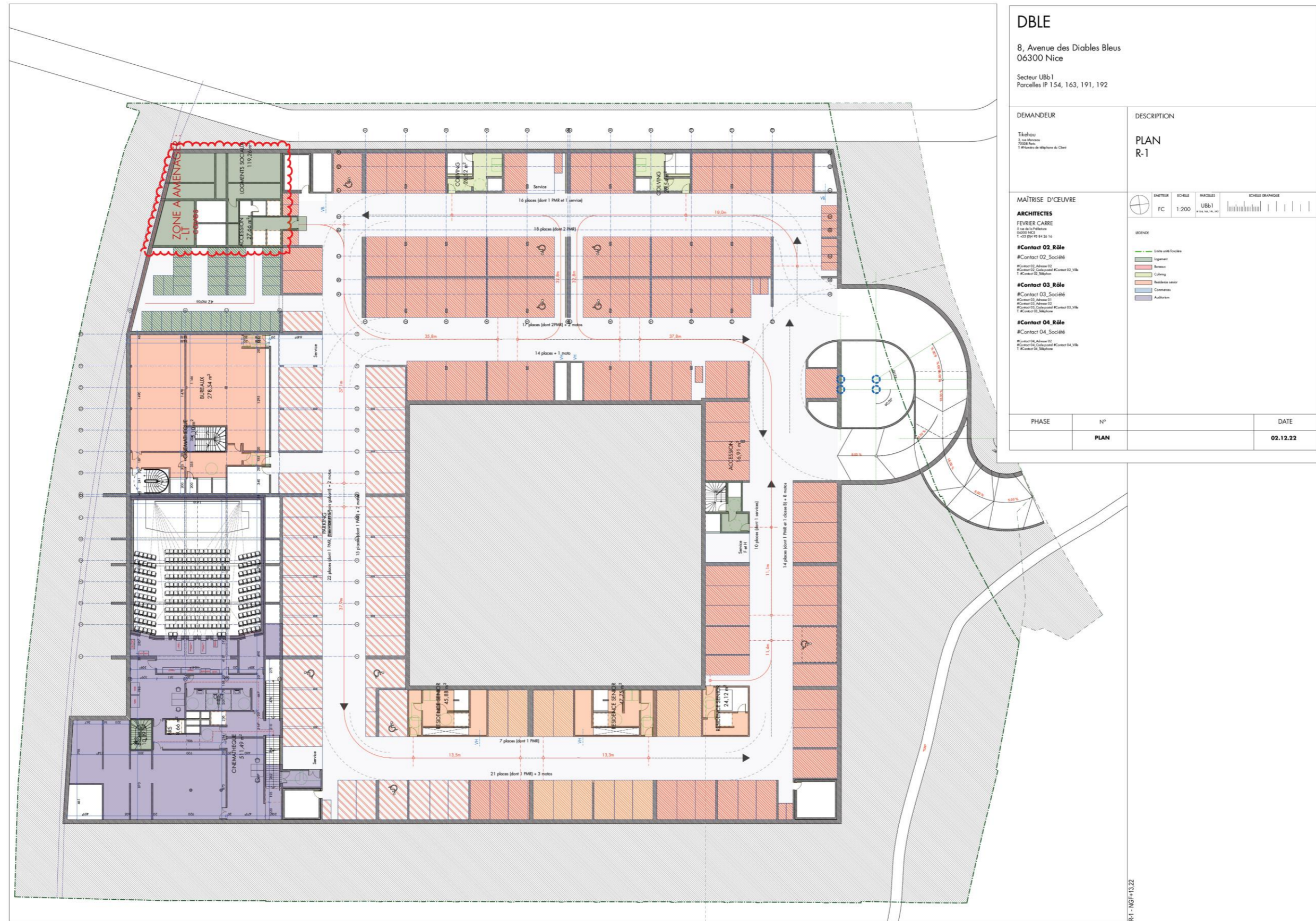


Figure 7 : Plan masse – R-1



Figure 8 : Plan masse – R-2

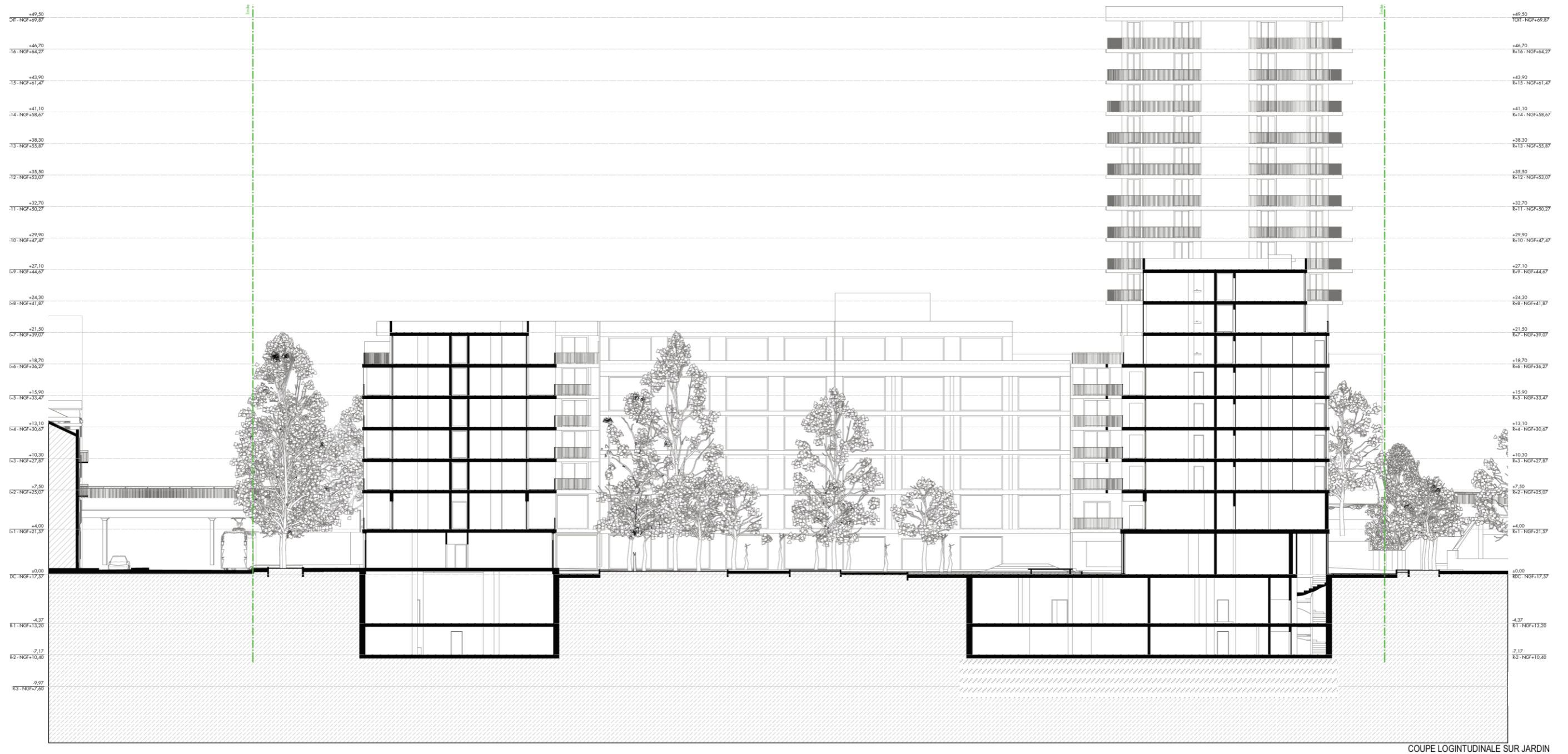


Figure 9 : Vue en coupe du cœur d'îlot (Ouest-Est)

Le niveau de rez-de-chaussée des structures est calé à + 17,57 m NGF, soit la cote moyenne du TN actuel.

Niveau	Cote altimétrique (en m NGF)
TN actuel	+ 17,5
Brut de RdC	+ 17,57
Brut du sous-sol -1	+ 13,22
Brut du sous-sol -2	+ 10,42

Tableau 3 : Cotes altimétriques du projet

A l'heure actuelle, en raison de l'occupation du site, le projet est prévu avec un phasage de démolition/construction en 2 tranches (visibles par les différentes couleurs sur le plan de phasage).

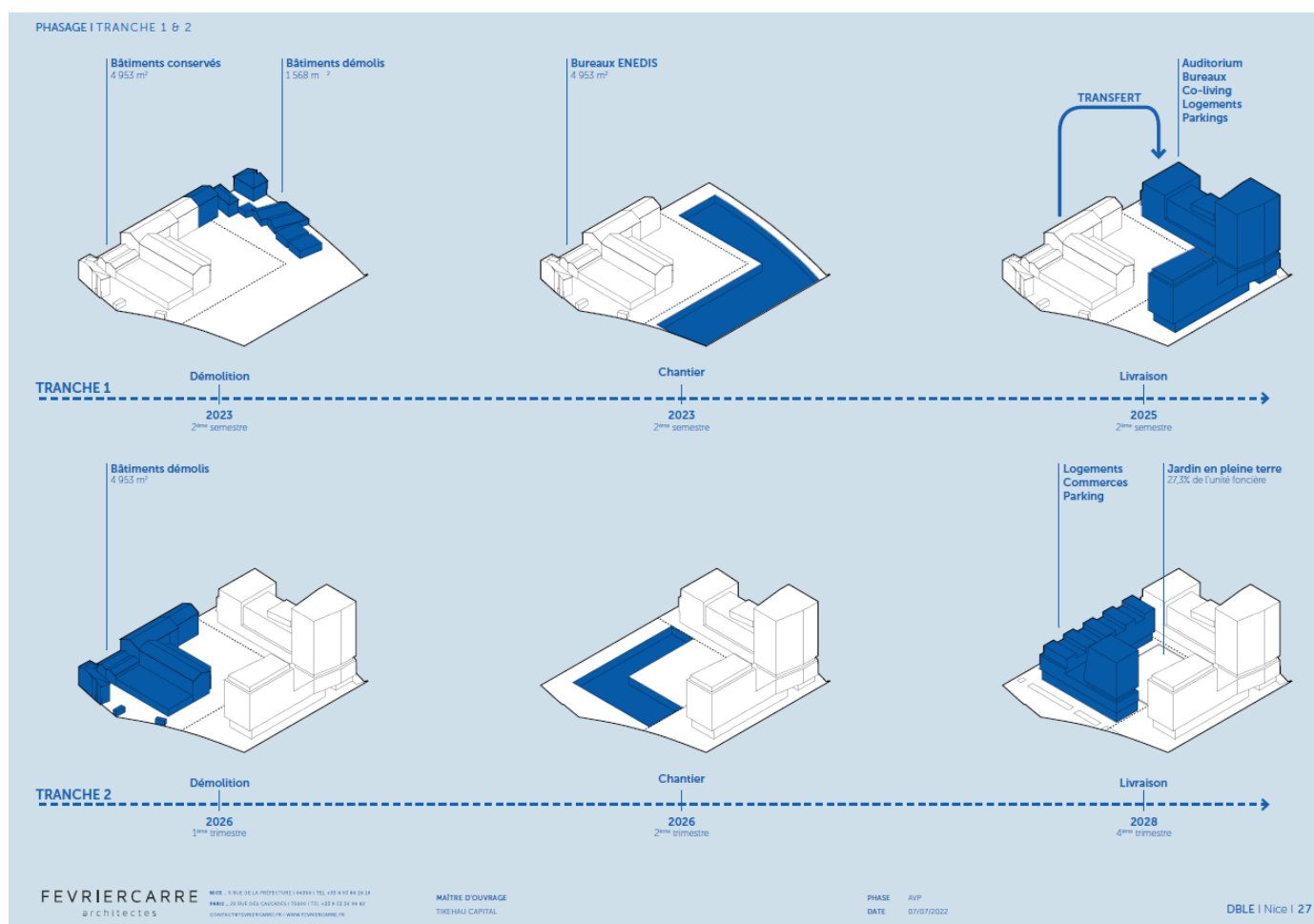


Figure 10 : Phasage envisagé

La tranche 1 comprend :

- La démolition des bâtiments au nord du site ;
- La construction des bâtiments nord et est (auditorium, bureaux, co-living, logements et parkings en sous-sol).

La tranche 2 comprend :

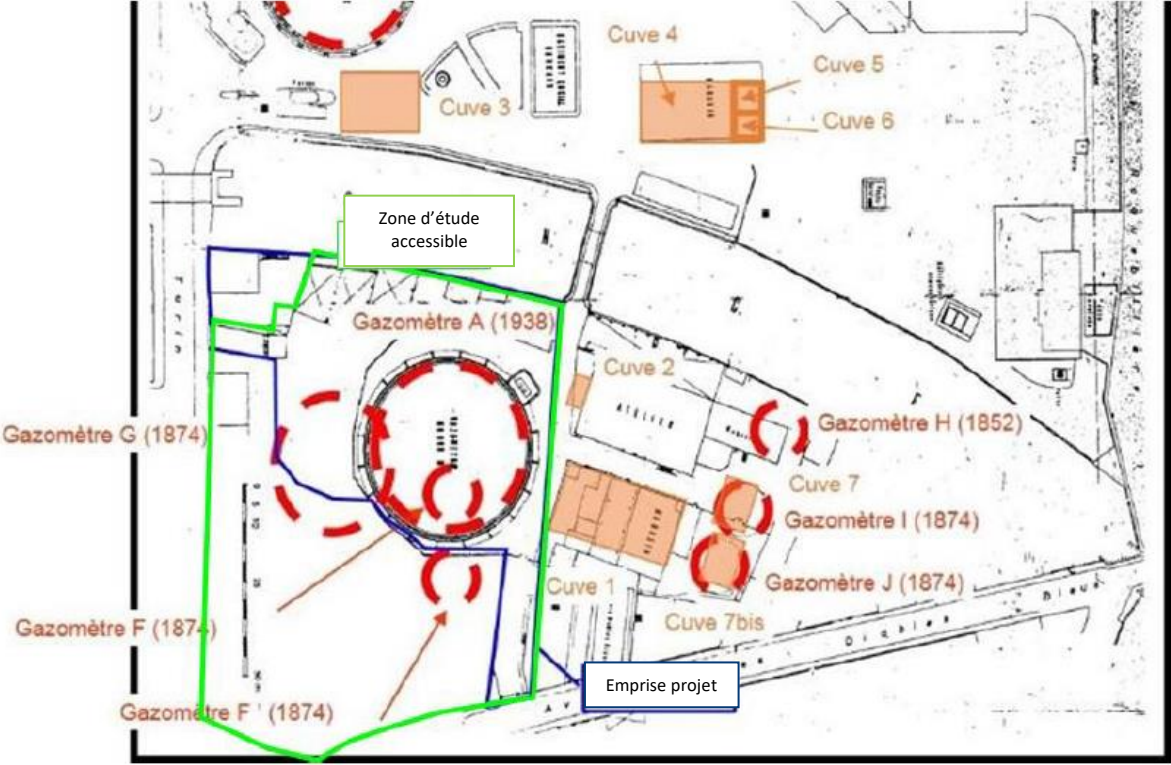
- La démolition des bâtiments à l'ouest et au sud (bureaux ENEDIS et GRDF) ;
- La construction des bâtiments ouest et sud (commerces, résidence sénior, logements et parkings en sous-sol) ;
- Le jardin en pleine terre en cœur d'ilot.


4. Synthèse et mise à jour des études réalisées (INFOS)

4.1. Synthèse des études réalisées

Selon les différentes études réalisées au droit du site, il ressort les éléments suivants :

Thème	Éléments figurant dans les études communiquées appliqués au site d'étude
Géographie	<p>Milieu urbain, site occupé et en activité. Le site est compris dans le périmètre d'une ancienne usine à gaz AUG (Secteur d'Information sur les Sols (SIS) n°SSP00041010101).</p> <p>La limite Nord du site est constituée par un remblai soutenant la voie ferrée mitoyenne.</p> <p>A l'Est se trouve une gare routière. Au Sud et à l'Ouest, le site est bordé par la route ainsi qu'un ensemble de bâtiments.</p>
Géologie	<p>Les sols du site sont composés de remblais sablo-argileux d'origine anthropique provenant des différentes phases d'aménagement de l'AUG (d'une épaisseur comprise entre 1,5 et 3 m environ) surmontant des argiles sableuses, puis des limons en dessous desquels sont localement rencontrées des marnes entre 4 et 4,5 m/TN. Ces formations (argiles et limons) sont représentatives des formations alluvionnaires du Paillon.</p>
Hydrographie / hydrogéologie	<p>Le réseau hydrographique à proximité du site d'étude est essentiellement constitué du fleuve « Le Paillon », qui s'écoule à 80 m à l'Ouest du site. Le niveau d'eau au droit du site s'établit entre 3 et 5 mètres de profondeur.</p> <p>Une seconde nappe profonde captive contenue dans les niveaux sablo-graveleux profond est présente entre 20 et 28 m de profondeur au droit du site. En raison de l'absence d'usage de ces eaux souterraines, elles n'ont pas été considérées comme sensibles.</p>
Historique des parcelles	<p>Les parcelles d'étude étaient comprises dans l'emprise d'une ancienne usine à gaz ayant fonctionné de 1852 à 1977 et qui s'étendait au nord et à l'est du site d'étude.</p> <p>De 1851 à 1881, la zone d'étude est incluse dans l'emprise de l'AUG originelle. Toutefois, il semblerait que les principales installations de l'AUG (salle des fours, cuves à goudron, ...) étaient localisées à l'est du site, hors périmètre de l'étude. A partir de 1881, suite à un agrandissement de l'usine, les installations de l'AUG ont été délocalisées au nord du site. Dans l'étude historique, il est précisé que les bâtiments d'épuration chimique se sont développés jusqu'en 1930, au sud du site.</p> <p>Aucun stockage de sous-produit n'a été recensé au droit de la zone d'étude. En revanche, le site a abrité 4 gazomètres. 3 gazomètres sont présents en 1874 : gazomètres F, F' et G. Ces ouvrages ont été déconstruits au fur et à mesure des évolutions de l'usine et ont été remplacés par un unique gazomètre (A) d'une capacité de 60 000 m³, à partir de 1938.</p>

Thème	Éléments figurant dans les études communiquées appliqués au site d'étude
	<p>Les 4 gazomètres de l'ancienne usine à gaz et les remblais pouvant contenir des sous-produits de l'AUG suite au démantèlement de l'usine ont été retenus comme sources potentielles de pollution.</p>  <p>On note la présence de cuves (cuve 1 et cuve 2) en limite est de la zone à l'étude.</p> <p>1964 - 1977 : La totalité des installations de l'AUG sont démantelées. 1924 – à aujourd'hui : Agence clientèle et Agence d'exploitation ENEDIS et GRDF.</p>
Données sur le milieu sol	<p>Parcelle 192 (26 sondages) :</p> <p>Les sondages ont recoupé le radier à environ 3 m de profondeur d'au moins un gazomètre (le dernier gazomètre A, de 45 m de diamètre supposé, construit en 1938 sur site). Les sondages ont mis en évidence des remblais peu impactés organoleptiquement à l'exception :</p> <ul style="list-style-type: none"> d'odeurs d'hydrocarbures observées entre 4,5 et 5 m de profondeur sur les sondages SD3, SD6 et SD15 dans la zone de battement de la nappe ; d'une couche de coke sur les sondages SD7, SD11, SD15 entre 0 et 1,5 m de profondeur et de manière ponctuelle et diffuse en SD1 et S8. <p>Les analyses ont confirmé le faible impact des activités passées sur le site, avec un impact très ponctuel en HAP sur les sondages SD3 et SD6 de 4,5 à 5 m de profondeur et en plomb sur le sondage S9 de 1,5 à 2,4 m de profondeur, et une couche de coke de 50 cm en bordure ouest.</p> <p>Il convient de mentionner que lors de la mise en place du piézomètre Pz2, il a été constaté entre 4 et 10 m de profondeur, dans la zone de battement et dans la zone saturée, des sols noirs et présentant une forte odeur non définie.</p>

Thème	Éléments figurant dans les études communiquées appliqués au site d'étude																									
	<div style="text-align: center;">  <p>Matériaux impacté PZ2</p> </div> <p>Un extrait du rapport ERG présente les résultats des investigations effectuées au niveau des gazomètres :</p> <table border="1" data-bbox="304 864 1460 1480"> <thead> <tr> <th>Ouvrage</th> <th>Date de mise en place et de démolition</th> <th>Sondage</th> <th>Dimensions Volume total</th> <th>Nature et volume des contenus Contaminant éventuel (concentrations)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gazomètre A</td> <td>1938 - 1977</td> <td>CH8, G5, G6 et G7 (ERG) SD4, SD5, SD8, SD8', SD9, SD10 et SD14 (ERG) S1 et S2 (BG)</td> <td>Volume de 60 000 m3 Diamètre : 45 m Refus entre 2,5 et 2,8 m/TN pour les sondages ERG SD4, SD5, SD8, SD8' SD9 et SD14 Refus pour le sondage ERG SD10 à 3,3 m/TN et refus pour les sondages BG S1 et S2 entre 3 et 3,5 m</td> <td>Remblais apparemment non contaminés (pas d'analyse des sols) Présence de fortes teneurs en HCT aliphatiques et aromatiques, BTEX et naphthalène dans les gaz du sol</td> </tr> <tr> <td>Gazomètre F</td> <td>1874 - 1938</td> <td>Inclus dans l'emprise du gazomètre A (SD8, G6, G7 et CH8)</td> <td>Diamètre : 20 m Profondeur et volume non connus</td> <td>Remblais apparemment non contaminés Pas d'anomalie analytique</td> </tr> <tr> <td>Gazomètre F'</td> <td>1874 - 1925</td> <td>S6 (BG)</td> <td>Diamètre : 20 m Profondeur et volume non connus Radier non recoupé en S6, S5 et S7 dans ce secteur</td> <td>Gazomètre non retrouvé</td> </tr> <tr> <td>Gazomètre G</td> <td>1874 - 1938</td> <td>S8 et S3 (BG) SD11 situé dans l'emprise supposée ?? (ERG)</td> <td>Diamètre : 35 m Refus du SD11 à 4,2 m sur des galets ? S8 : pas de refus (hors gazomètre)</td> <td>Présence de coke entre 0,3 et 0,8 m de profondeur Pas d'anomalie analytique</td> </tr> </tbody> </table> <p>Parcelles 154 et 163 :</p> <p>Réalisation de 6 sondages au carottier à une profondeur maximale de 5,7 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absence d'impact en polluants traceurs des activités de l'AUG : HCT, HAP, BTEX, indice phénol, cyanures totaux et libres sur l'ensemble des sondages (SC3 non analysé – refus) ; • Présence dans les sols non superficiels d'impact en métaux lourds (plomb et zinc) dans la couche de remblais et présence ponctuelle d'un impact en arsenic, cadmium et cuivre en SC4bis. 	Ouvrage	Date de mise en place et de démolition	Sondage	Dimensions Volume total	Nature et volume des contenus Contaminant éventuel (concentrations)	Gazomètre A	1938 - 1977	CH8, G5, G6 et G7 (ERG) SD4, SD5, SD8, SD8', SD9, SD10 et SD14 (ERG) S1 et S2 (BG)	Volume de 60 000 m3 Diamètre : 45 m Refus entre 2,5 et 2,8 m/TN pour les sondages ERG SD4, SD5, SD8, SD8' SD9 et SD14 Refus pour le sondage ERG SD10 à 3,3 m/TN et refus pour les sondages BG S1 et S2 entre 3 et 3,5 m	Remblais apparemment non contaminés (pas d'analyse des sols) Présence de fortes teneurs en HCT aliphatiques et aromatiques, BTEX et naphthalène dans les gaz du sol	Gazomètre F	1874 - 1938	Inclus dans l'emprise du gazomètre A (SD8, G6, G7 et CH8)	Diamètre : 20 m Profondeur et volume non connus	Remblais apparemment non contaminés Pas d'anomalie analytique	Gazomètre F'	1874 - 1925	S6 (BG)	Diamètre : 20 m Profondeur et volume non connus Radier non recoupé en S6, S5 et S7 dans ce secteur	Gazomètre non retrouvé	Gazomètre G	1874 - 1938	S8 et S3 (BG) SD11 situé dans l'emprise supposée ?? (ERG)	Diamètre : 35 m Refus du SD11 à 4,2 m sur des galets ? S8 : pas de refus (hors gazomètre)	Présence de coke entre 0,3 et 0,8 m de profondeur Pas d'anomalie analytique
Ouvrage	Date de mise en place et de démolition	Sondage	Dimensions Volume total	Nature et volume des contenus Contaminant éventuel (concentrations)																						
Gazomètre A	1938 - 1977	CH8, G5, G6 et G7 (ERG) SD4, SD5, SD8, SD8', SD9, SD10 et SD14 (ERG) S1 et S2 (BG)	Volume de 60 000 m3 Diamètre : 45 m Refus entre 2,5 et 2,8 m/TN pour les sondages ERG SD4, SD5, SD8, SD8' SD9 et SD14 Refus pour le sondage ERG SD10 à 3,3 m/TN et refus pour les sondages BG S1 et S2 entre 3 et 3,5 m	Remblais apparemment non contaminés (pas d'analyse des sols) Présence de fortes teneurs en HCT aliphatiques et aromatiques, BTEX et naphthalène dans les gaz du sol																						
Gazomètre F	1874 - 1938	Inclus dans l'emprise du gazomètre A (SD8, G6, G7 et CH8)	Diamètre : 20 m Profondeur et volume non connus	Remblais apparemment non contaminés Pas d'anomalie analytique																						
Gazomètre F'	1874 - 1925	S6 (BG)	Diamètre : 20 m Profondeur et volume non connus Radier non recoupé en S6, S5 et S7 dans ce secteur	Gazomètre non retrouvé																						
Gazomètre G	1874 - 1938	S8 et S3 (BG) SD11 situé dans l'emprise supposée ?? (ERG)	Diamètre : 35 m Refus du SD11 à 4,2 m sur des galets ? S8 : pas de refus (hors gazomètre)	Présence de coke entre 0,3 et 0,8 m de profondeur Pas d'anomalie analytique																						
<p>Infrastructures enterrées</p>	<p>Les gazomètres F, F' et G ont a priori été démantelés pour la mise en place du gazomètre A. Le radier de ce dernier a été rencontré en 12 sondages à 2,8 m de profondeur, avec un diamètre supposé de 45 m.</p> <p>A noter qu'aucune information sur la présence ou l'absence actuelle de la dalle de fond des gazomètres F, F' et G n'a été retrouvée dans les différentes études. Enfin, les installations principales de l'AUG (cuve à goudron, salle des fours ...) n'étaient pas localisées sur les parcelles cédées.</p>																									

Thème	Éléments figurant dans les études communiquées appliqués au site d'étude
Données sur le milieu eaux souterraines	<p>3 piézomètres ont été mis en place par BG au droit du site en 2017 en amont (Pz3), en aval (Pz1) et en latéral aval hydraulique (Pz2) des gazomètres présents au droit de la parcelle d'étude.</p> <p>Ces piézomètres ont confirmé la présence d'une nappe d'eau située entre 3 et 4 m de profondeur avec un sens d'écoulement en direction du sud-est.</p> <p>Les résultats analytiques ont mis en évidence un impact en cyanures (totaux et libres) en amont du site (Pz3) et un impact important sur un seul ouvrage aval (Pz2) concernant l'ensemble des traceurs des AUG (HAP, BTEX, cyanures, indice phénols et ammonium). Cet impact paraît lié à la qualité des sols au droit du piézomètre Pz2.</p>
Données sur le milieu air du sol et air ambiant	<p>Un prélèvement d'air sous dalle couplé à un prélèvement d'air intérieur du local syndical et un prélèvement d'air des gaz de sol au droit du gazomètre A ont été réalisés en 2017. La villa d'habitation étant occupée illégalement, elle n'a fait l'objet d'aucun prélèvement.</p> <p>Les résultats analytiques ont mis en évidence dans les gaz de sol la présence d'hydrocarbures volatiles (la fraction C8-C10), de BTEX et de naphthalène mettant en évidence un transfert des sols et/ou des eaux souterraines vers le milieu air pour ces composés.</p> <p>La mesure d'air intérieur dans le local syndical a montré la présence de BTEX, à des teneurs inférieures aux valeurs de référence, avec toutefois une teneur en benzène proche de la valeur VGAI.</p>
Conclusions / préconisations	<p>Le site est compatible avec son usage tertiaire et industriel dans sa configuration et aménagement actuel.</p> <p>En cas de changement d'usage, nécessité de réaliser un Plan de gestion afin de s'assurer de la compatibilité sanitaire des milieux avec le projet.</p> <p>En cas de terrassement : réalisation d'un Plan de gestion des terres à excaver.</p> <p>Réalisation d'une attestation de prise en compte des problématiques liées aux pollutions accompagnant la demande de permis de construire.</p>

Il est à noter que les coupes des sondages SD1 à S16 ne sont pas disponibles au sein des documents fournis.

La présence de scories mâchefers a été relevée au droit des sondages SD1, SD7, SD8, SD11 et SD15, pouvant engendrer un déclassement des terres en cas de gestion hors site.

Une synthèse de l'implantation de l'ensemble des investigations menées au droit de la zone à l'étude ainsi que des observations et certains résultats pertinents est présentée ci-après.

Légende		
Topographie	<ul style="list-style-type: none"> Emprise des études précédentes Emprise de l'étude ARKEA 	
Historique	<ul style="list-style-type: none"> Anciennes installations substantives Anciennes installations disparues ou information non renseignée 	
	<ul style="list-style-type: none"> 1 Gazomètre F (1874) 2 Gazomètre F' (1874) 3 Gazomètre G (1874) 4 Gazomètre A (1938) 	
	Air Ambiant	Air ambiant BG-juin 2017
	Eaux	<ul style="list-style-type: none"> Piézomètre BG-juin 2017 Prélevé eau distribution Isopièzes Sens d'écoulement général
Sols	<ul style="list-style-type: none"> Sondages/ouvrages antérieurs Sondage BG juin 2017 Sondages ERG - parcelles 154 & 163 	
	Sols superficiels	Sol superficiel
Gaz du sol	<ul style="list-style-type: none"> Gaz du sol ERG-1994 Piézair BG-2017 Air sous dalle - BG-2017 	
	Sources concernées et nuisances	<ul style="list-style-type: none"> Dépassements des critères environnementaux Dépassements des critères ESG-2015 pour les sols superficiels
ISDI	<ul style="list-style-type: none"> Zones de matériaux non inertes entre 0 et 1 m Anomalie de concentration en métaux (0-2m) Présence de mâchefers/scories 	
	Zone à gérer	
	Réseaux enterrés à titre indicatif	<ul style="list-style-type: none"> Électricité Gaz Eaux

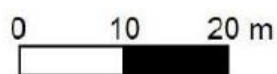
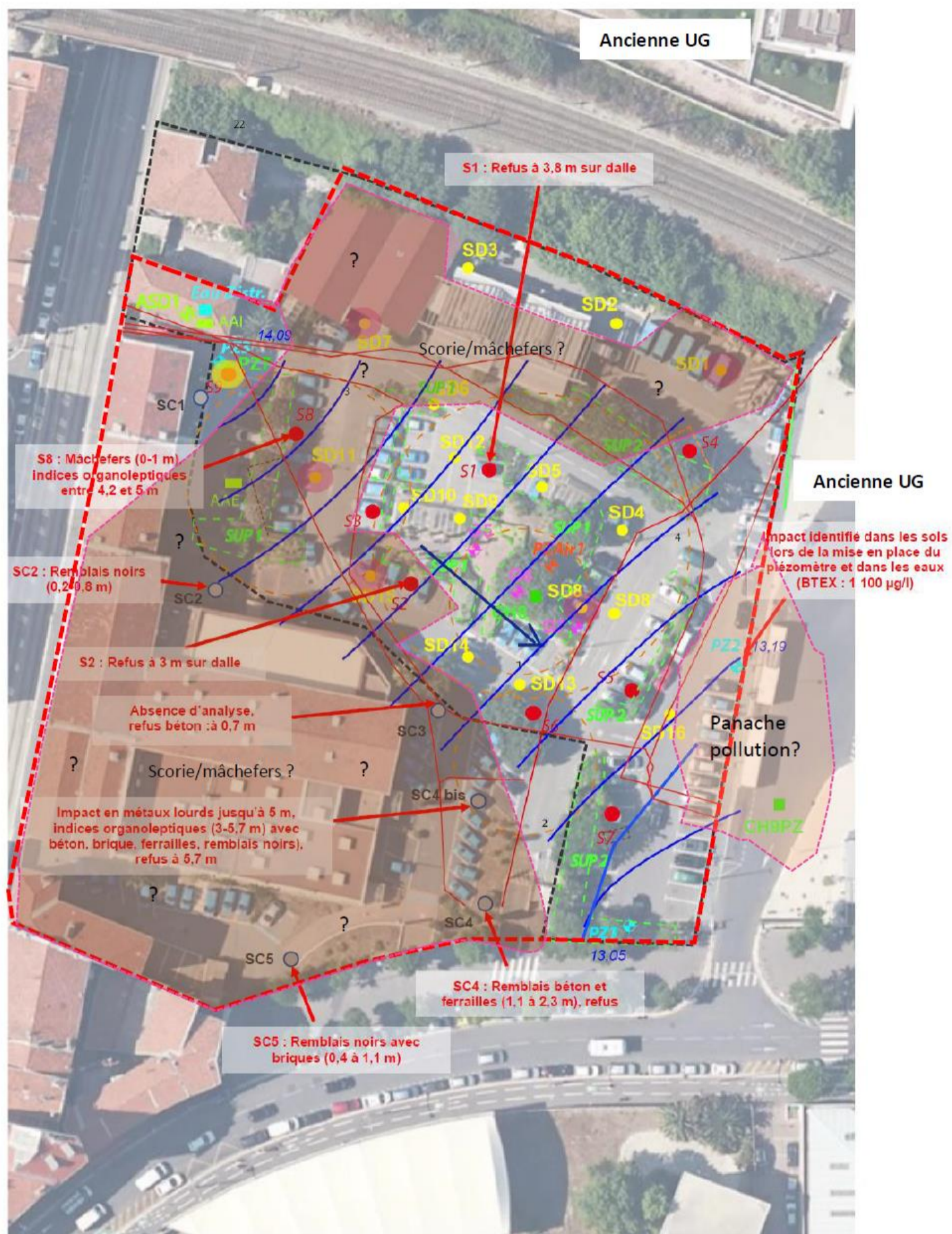


Figure 11 : Localisation des investigations menées au droit de la zone d'étude et indices relevés (Source : Synthèse environnementale - BG du 13.09.2017)

Les informations disponibles amènent les commentaires suivants dans le cadre du projet d'aménagement considéré :

- Des éléments d'historique indiquent la présence d'anciennes installations (épuration) au droit du site d'étude, peu ou pas étudié précédemment ;
- Les éléments de diagnostics indiquent la présence de matériaux type déchets dans le sous-sol (mâchefers/scories...), des refus sur (probablement) d'anciens vestiges, la présence d'odeurs ainsi que ponctuellement des concentrations significatives en polluants marqueurs d'AUG (HAP, BTEX, phénols, cyanures...)
- Aucune analyse ISDI n'a été réalisée afin de définir les filières de gestion des déblais issus du terrassement des sous-sols ;
- Absence de caractérisation des sols sous les bâtiments (impact en BTEX dans l'air du bâtiment « local syndical ») ;
- **Absence de caractérisation et de délimitation de l'impact (indices organoleptiques) identifié dans les sols lors de la foration du piézomètre Pz2 (absence d'analyse) ainsi que dans les eaux souterraines à son endroit (benzène, 1000 µg/l) implanté en bordure d'une parcelle qui aurait accueilli par le passé plusieurs cuves de stockage de sous-produits (goudrons).**

4.2. Informations historiques complémentaires

4.2.1. Situation réglementaire

Selon les informations transmises par la DREAL des Alpes Maritimes lors de la visite de leurs services le 1^{er} septembre 2022, aucune installation classée soumise à autorisation n'est recensée au droit du site.

Concernant les installations soumises à déclarations, il ressort après consultation de la DDPP l'existence d'activités soumises à déclaration n'ayant pas fait l'objet d'une déclaration de cessation d'activités.

ACTIVITE	EXPLOITANT	ADRESSES	NMR	DATE	REGIME
Dépôt de liquide inflammable (naphta)	EDF-GDF	20 Rte de Turin	4480	31/03/1977	déclaration
Dépôt liquide inflammable	EDF-GDF	150 rte de turin	<u>8610</u>	22/08/1973	déclaration
hydrocarbures	EDF-GDF	20 Rte de Turin	<u>10051</u>	31/05/1990	déclaration
hydrocarbures	EDF-GDF	20 Rte de Turin	<u>10051</u>	28/05/1980	déclaration
Garage	EDF-GDF	20 Rte de Turin	<u>10635</u>	30/07/1987	déclaration
REFRIGERATION COMPRESSION	EDF	8 Bis avenue des diables bleus	<u>12571</u>	30/09/2004	Déclaration

Tableau 4 : liste des activités soumises à déclaration

Il est à noter que l'ensemble des dossiers a été reversé aux archives départementales des Alpes Maritimes. Celles-ci ont été consultées le 20 mars 2022, exceptée le dossier 12571 pour lequel les documents ne sont pas communicables. **Il ressort que l'ensemble des éléments et activités soumises à déclaration concernent d'anciennes activités au droit des parcelles de l'ancienne usine à gaz situées au Nord de la voie ferrée (Hors site à l'étude).**

Il est à noter qu'en raison de son historique (ancienne usine à gaz), le site est inscrit en **Secteur d'Information sur les Sols (SIS - n°SSP00041010101)**.

Les éléments de la fiche SIS (ensemble du périmètre de l'ancienne usine à gaz) indiquent :

- La présence de cinq cuves contenant au total 1 800m³ de goudron fluide et de solvant « naphta ». Les terres voisines des cuves sont localement souillées aux HAP et BTEX.
- Après avoir mené les études de diagnostic de sites, tirant partie de l'étude de référence, à caractère national, dite "générique" établie par GDF, les travaux des 3 phases se sont déroulés selon les prescriptions des arrêtés préfectoraux (A.P. des 11/03/2004 et 28/07/2003 et 04/01/2005 - traitement des terres polluées par désorption thermique). Les cuves à goudrons et à eaux ammoniacales ont été vidangées, nettoyées et remblayées avec des matériaux sains. 11 cuves ont été concernées. Au total 954 tonnes d'eau souillées ont été détruites en incinération tout comme 1455 tonnes de goudrons et 662 tonnes de remblais. 522 tonnes de terres souillées ont été dépolluées par désorption thermique.
- Les travaux de réhabilitation ont été effectués en 3 phases. Les travaux des phases 1 et 2 ont fait l'objet des AP du 28/07/2003 et du 11/03/2004. Les travaux de ces deux premières phases concernent les terrains situés au Nord de la voir ferrée (32 260 m²). 11 099 Tonnes de terres polluées ont été traitées par désorption thermique hors site. **Les objectifs de réhabilitation ont été atteints.**
- Pour la phase 3 concernant les terrains au Sud de la voie ferrée (**hors site à l'étude**), 1 578 tonnes de terres polluées ont été traitées par désorption thermique hors site. **Les objectifs de l'AP du 04/01/2005 ont été atteints.** Des restrictions d'usages ont été établies sur l'ensemble des parcelles du site, elles concernent la réalisation des canalisations d'eau potable qui devront être en acier et la responsabilité des propriétaires successifs en matière de changement d'usage.
- Parmi les usages futurs retenus pour les terrains « Sud » on notera un gymnase, une voie de bus, une gare routière, des voiries. Des bâtiments seront toujours utilisés par EDF/GDF. Les parcelles non conservées par EDF/GDF ont été vendues à la Mairie de Nice.
- Les objectifs de la réhabilitation en HAP totaux étaient fixés à 500mg/kg pour les usages sensibles constructibles et 2000 mg/kg pour les usages non sensibles avec isolation de surface. La nappe, présente entre 3 et 5 m de profondeur, est utilisée pour les systèmes de refroidissement en aval du site et pour l'arrosage. Elle est saine, plusieurs contrôles de la qualité des eaux de la nappe le confirment (un suivi piézo a été mis en place avec l'avis du BRGM - HAP, BTEX, Ammonium, Ferrocyanure). Le suivi d'observation de la qualité des eaux souterraines, mis en place lors des études, se poursuit au moins un an après la fin des travaux selon AP du 04/01/2005 ; il n'y a pas eu d'anomalies mises en évidence.

4.2.1.1. Arrêté préfectoral du 04/01/2005

L'arrêté préfectoral du 04/01/2005, portant sur la troisième phase de réhabilitation de l'ancienne usine à gaz (parcelles II, VIIIa, VIIIb, IX et X), indique pour les terrains objet de l'actuel projet d'aménagement (Parcelles VI et VII), conservés par GDF en 2005 et ne faisant pas partie de cette phase doivent :

- Respecter les critères définis dans le cadre de l'étude semi-générique de réhabilitation des anciennes usines à gaz pour un niveau de risque de 10^{-5} ;
- les valeurs guides suivantes :

- **Partie utile du sol (entre les niveaux 0 m et 0,5 m par rapport au terrain naturel) :**
 - concentration en HAP (16) < 500 mg / kg ;
 - concentration en Benzo(a)pyrène < 77 mg / kg ;
 - concentration en Benzène < 72 mg / kg ;
 - concentration en cyanures totaux < 300 mg/kg ;
 - concentration en ferrocyanures ferriques < 550 mg/kg.
- **En profondeur (inférieure à 0,5 m par rapport au terrain naturel et jusqu'au niveau supérieur de la nappe phréatique) :**
 - concentration en HAP (16) < 500 mg / kg.

Les sols dépollués selon ces critères ne pourront pas faire l'objet d'aménagements de jardins publics. Le cas échéant, une isolation de surface devra être prévue sur les parties non construites.

Dans l'hypothèse où, dans d'autres zones que celles qui sont identifiées comme polluées dans le dossier d'étude et de réhabilitation, les travaux de terrassement, de creusement, etc..., mettraient en évidence des concentrations supérieures aux valeurs guides définies ci-dessus, GDF devra informer l'inspection des installations classées.

Des analyses complémentaires seront alors entreprises afin de déterminer sur les secteurs concernés les risques de migration chimique, les traitements à réaliser, la

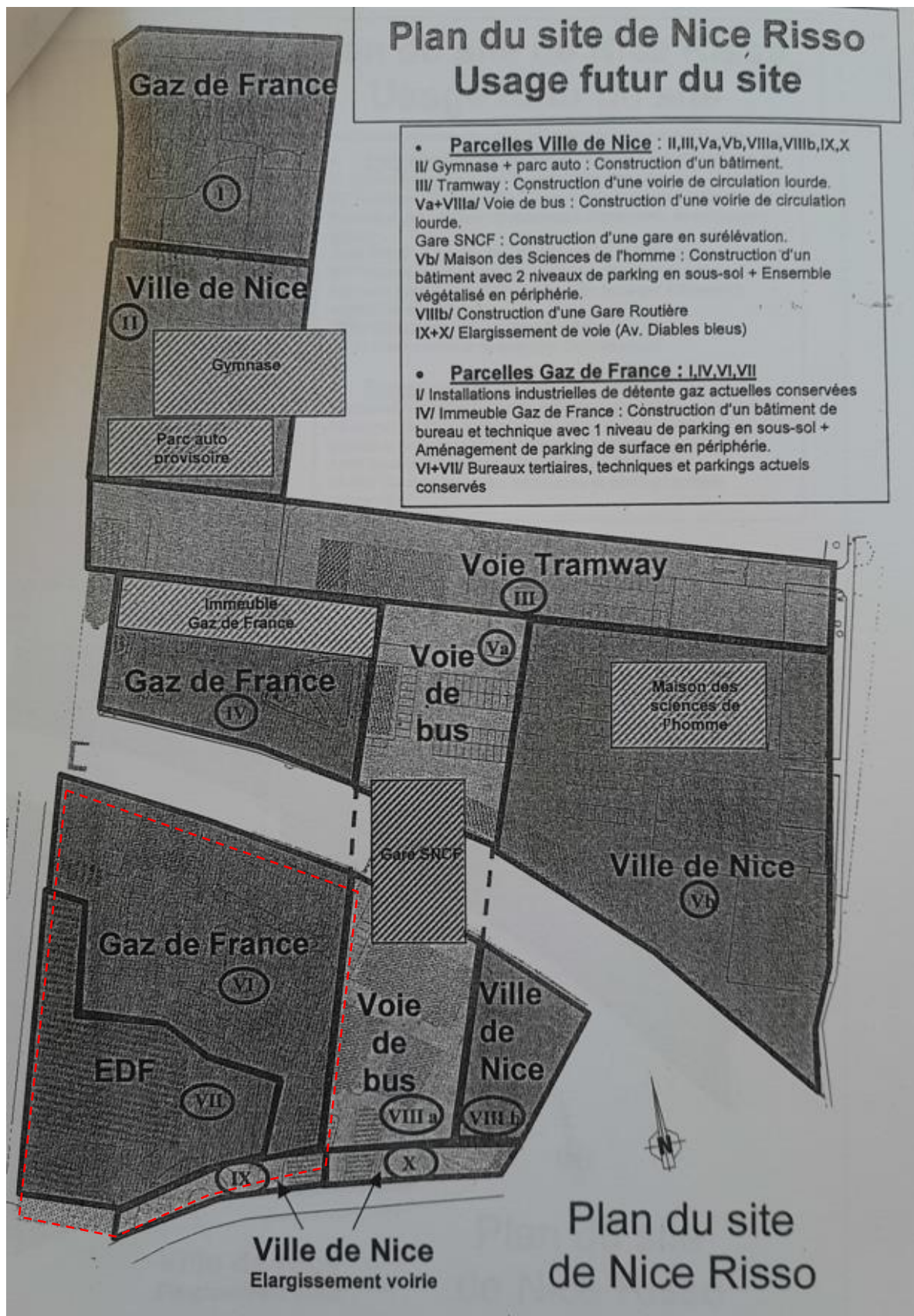


Figure 12 : localisation des parcelles mentionnées dans l'AP du 04/01/2005

4.3. Travaux de réhabilitations réalisés – Hors site

Selon la fiche Infosols SSP0004101 de la base de données Géorisques,

- Les travaux des phases 1 et 2 ont concerné les terrains situés au Nord de la voir ferrée (32 260 m²). 11 099 Tonnes de terres polluées ont été traitées par désorption thermique hors site. **Les objectifs de réhabilitation ont été atteints.**
- les travaux de dépollution de la phase III fixé par l'arrêté préfectoral du 04/01/2005 ont concerné en partie les terrains au Sud de la voie ferrée (parcelles IP 155, 156 et 157 et une partie de la parcelle IP 149 – hors emprise projet). Lors de ces travaux, **1578 tonnes de terres polluées ont été traitées par désorption thermique hors site. Les objectifs de réhabilitation ont été atteints.**

Aucuns travaux n'ont été réalisés au droit de l'emprise du projet.

4.3.1. Parcelle IP 151 (IV) – Nord de la voie ferrée

Selon les données récoltées auprès de la DREAL 06 le 1^{er} septembre 2022 et notamment le rapport EC 02 031/02 de la société EAT Environnement datant de mai 2004 et relatant les travaux de vidanges et remblaiement des cuves 3, 4, 5 et 6 au nord de la voie ferrée (hors site), il ressort les éléments suivants :

- L'existence en 2004 d'une cuve à goudron compartimentée en amont de la zone d'étude (cuve n°3) de 25 m x 16 m et de 3 m de profondeur ;
- Lors des travaux de vidange des cuves réalisés en 2003, la cuve n°3 avait été vidée et remblayée par le passé ;
- 271,10 tonnes d'eaux souillées ont été pompées et éliminées sur l'ensemble des cuves ;
- 221,68 tonnes de goudrons liquides ont été pompées et éliminées sur l'ensemble des cuves ;
- 109,82 tonnes de goudrons imprégnés ont été extraites des cuves et éliminées ;
- 1 883 tonnes de matériaux souillées issus de la cuve 3 ont été évacués hors site.

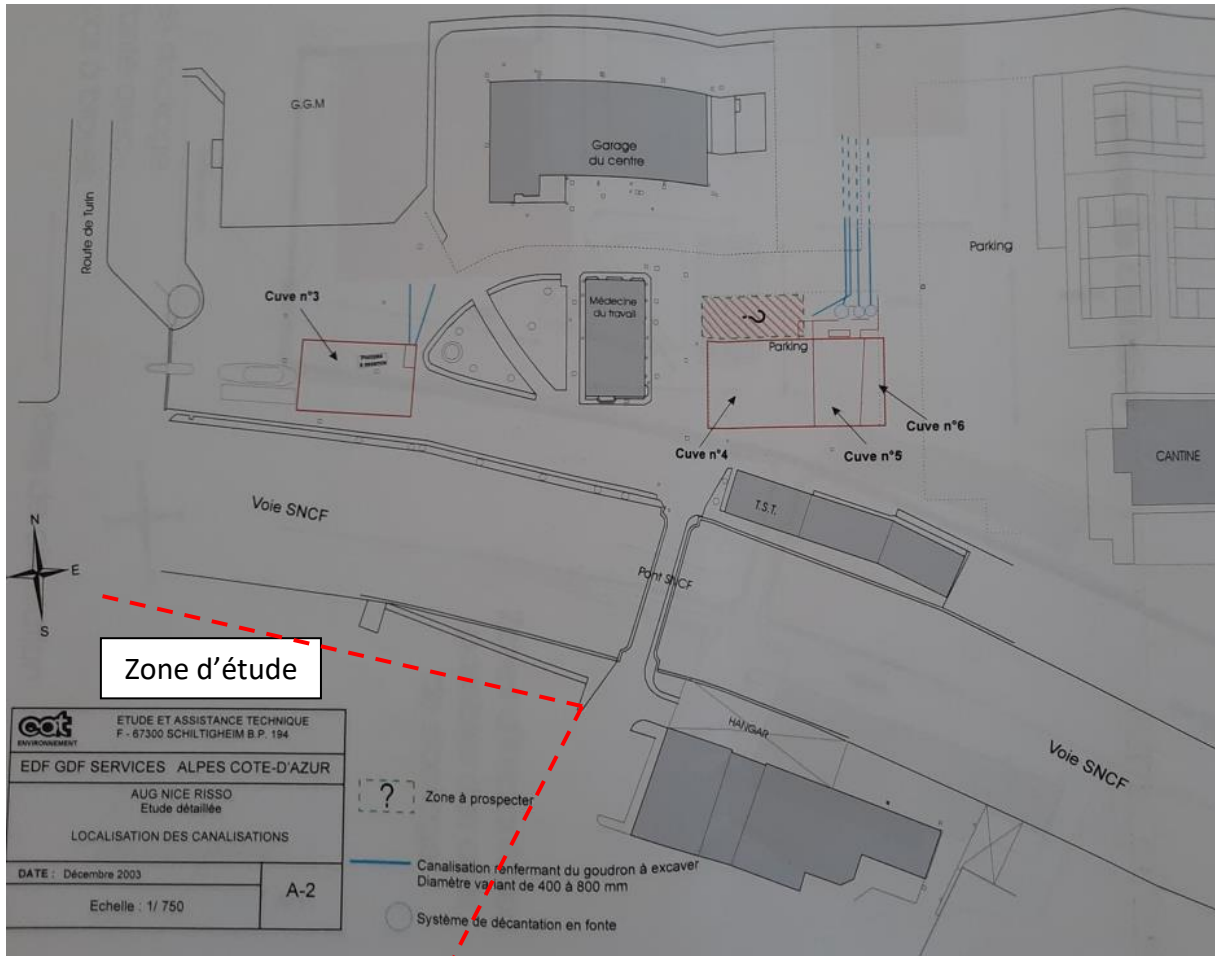


Figure 13 : Localisation des anciennes cuves – parcelle IP151 (Source : rapport EAT)

4.3.2. Parcelle IP 155 (Villa et VIIIb) – Gare routière

L'arrêté préfectoral du 04/01/2005 indique que les terrains de l'actuel gare routière ont été dépollués pour un **usage non sensible recevant une isolation de surface** (voirie).

Selon les données récoltées auprès de la DREAL 06 le 1^{er} septembre 2022 et notamment le rapport EC 04 056Vdc/02 de la société EAT Environnement datant de novembre 2005 et relatant les travaux de vidanges et remblaiement des cuves, il ressort au droit de l'actuelle zone de bus (hors site) :

- L'existence en 2005 de **7 cuves à goudron au sud de la voie ferrée** ;
- La cuve à eau C2 identifiée dans les études ERG Environnement entre 1994 et 2001 s'est avérée être un puits de 3 m de diamètre alimentant probablement l'ancienne usine à gaz ;
- 672,88 tonnes d'eaux souillées ont été pompées et éliminées sur l'ensemble des cuves ;
- 162,94 tonnes de goudrons liquides ont été pompées et éliminées sur l'ensemble des cuves ;
- 959,98 tonnes de goudrons imprégnés ont été extraites des cuves et éliminées ;
- Le remblaiement des cuves avec 3320 m³ des remblais issus des travaux de démolition de la ville et 240 m³ de remblais sains issus du site.

	C1-A	C1-C	C7	C7bis	C8-1	C8-2	C8-3
Longueur (m)	21	21	Circulaire Rayon : 6 m	Circulaire Rayon : 6 m	5	7	7
Largeur (m)	11	11			2	3,50	4,50
Hauteur (m)	3,50	3,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Surface (m ²)	230	230	110	110	10	24,50	31,50
Volume (m ³)	805	805	440	440	40	98	126
Nombre de piliers	12	12	1	/	/	/	/

Figure 14 : Caractéristiques des cuves – parcelle IP155 (Source : rapport EAT)

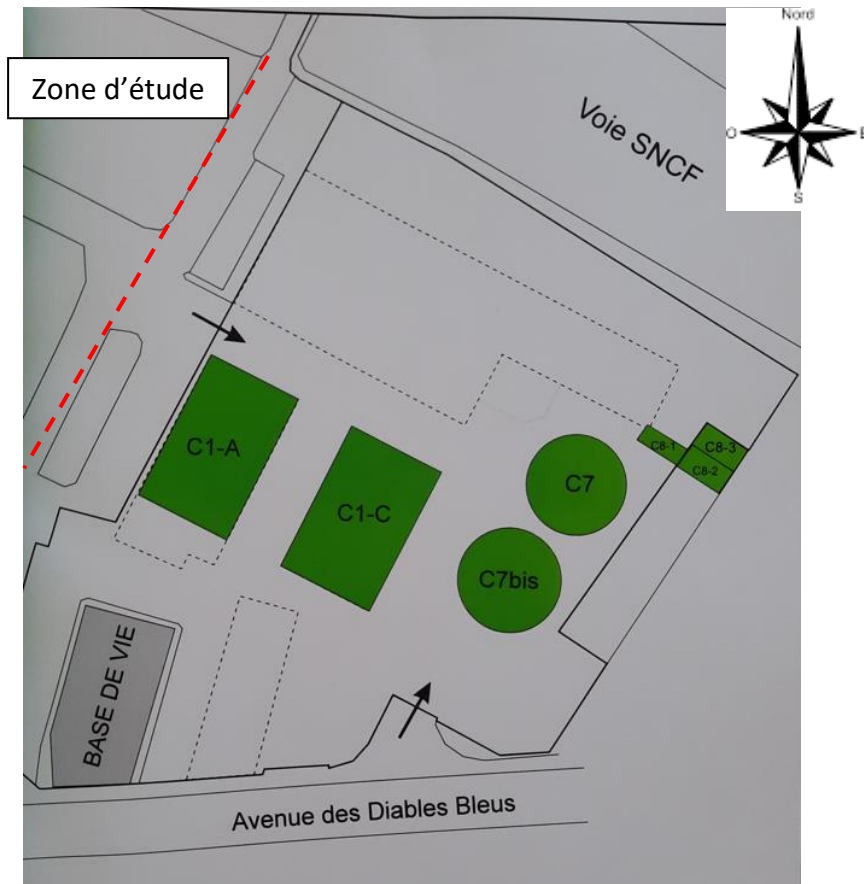


Figure 15 : Localisation des anciennes cuves – parcelle IP155 (Source : rapport EAT)



Figure 16 : Démolition du toit et des piliers de la cuve C1-A après vidange et nettoyage (Source : rapport EAT)



Figure 17 : Vue des piliers et des structures de la cuve C1-CA après vidange (Source : rapport EAT)

4.4. Synthèse

Auparavant occupé par les installations d'une ancienne usine à gaz (gazomètres) jusque dans les années 50, le site est actuellement occupé et exploité par des agences ENEDIS et GRDF (usage tertiaire).

Localisé en rive gauche du Paillon, une nappe superficielle vulnérable s'écoulant vers le sud-est est présente au droit du site entre 3 et 5 mètres de profondeur. Une seconde nappe profonde captive contenue dans les niveaux sablo-graveleux profond est également présente entre 20 et 28 m de profondeur au droit du site. En raison de l'absence d'usage de ces eaux souterraines, elles ne sont pas considérées comme sensibles.

Des travaux de réhabilitation de l'ancienne usine à gaz ont été réalisés en dehors de l'emprise à l'étude, comprenant notamment la vidange de cuves de goudron et l'élimination de terres polluées à proximité immédiate du site (parcelles de l'actuelle gare routière). Selon l'arrêté préfectoral du 04/01/2005, les objectifs de réhabilitation ont été atteints.

Les études menées au droit du site à l'étude indiquent que celui-ci est compatible avec son usage tertiaire et industriel dans sa configuration et son aménagement actuel.

5. Elaboration d'un programme prévisionnel d'investigations (A130)

Les paragraphes suivants présentent successivement le schéma conceptuel initial déduit de la recherche documentaire et de la visite de site d'une part, et le programme prévisionnel d'investigations en vue de l'identification des éventuels impacts en lien avec les sources potentielles de pollution retenues d'autre part.

5.1. Schéma conceptuel initial

Le schéma conceptuel d'un site consiste à établir, sur la base des données existantes, un bilan factuel de l'état environnemental des milieux.

D'après la méthodologie de gestion des sites et sols pollués du MEDDE, il doit permettre d'appréhender l'état de pollution des milieux et des voies d'exposition au regard d'un aménagement.

Il a pour objectifs de préciser :

- les **sources potentielles de pollution** contenant des substances susceptibles de générer un impact,
- les différents **milieux de transfert** des substances vers un point d'exposition,
- les **cibles** situées au point d'exposition.

Les sources de pollution, milieux de transfert et cibles sont présentés pour l'usage futur dans les paragraphes ci-dessous.

5.1.1. Sources potentielles de pollution

Les sources potentielles de pollutions retenues suite à l'étude historique et documentaire sont présentées dans le tableau suivant. Hors site, les anciennes installations de l'usine à gaz localisées en amont hydrogéologique ou à proximité immédiate constituent des sources potentielles de pollution.

Tableau 5 : synthèse des sources de pollution retenues dans le schéma conceptuel

Localisation	Activité / équipements source potentielle de pollution	Composés associés	Profondeur des sources
Sur site	Anciens gazomètres	HCT HAP BTEX cyanures	Sous le radier des gazomètres
	Remblais éventuels apportés lors des aménagements historiques (mâchefers, scories, béton)	HCT HAP BTEX COHV PCB Métaux	Epaisseur attendue : environ 2 à 3 m
Hors site	Installations de l'ancienne usine à gaz au nord de la voie ferrée	HCT HAP BTEX cyanures	Nappe (env. 4-5 m)
	Installations de l'ancienne usine à gaz (cuves 1 et 2) en limite est du site	HCT HAP BTEX cyanures	Dès la surface (anciennes canalisations) et sous les anciennes cuves

HCT : Hydrocarbures totaux - HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques - BTEX : Hydrocarbures mono-aromatiques (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes) - COHV : Composés Organiques Halogénés volatils - PCB : polychlorobiphényles

5.1.2. Voie de transfert

Les vecteurs de transfert (matérialisés par des flèches dans le schéma conceptuel) représentent les voies de migration des substances dans les différents milieux considérés (transfert par envol de poussières, transfert via un dégazage des sols et/ou des eaux souterraines...).

A ce stade de l'étude les vecteurs théoriques retenus sont :

1. « Transfert et dégazage de composés volatils depuis les sols » en raison de la présence potentielle de composés volatils dans les sols/remblais.
2. « Transfert de composés volatils potentiels à travers les canalisations d'eau potable circulant sur le site » en raison de la présence de canalisations AEP au droit de la zone d'étude ;
3. « Transfert potentiel de composés des sols vers les eaux souterraines » : en raison de la lithologie perméable au-dessus de la nappe et de sa profondeur attendue (4 à 5 m) ;
4. « Transfert et dégazage de composés volatils depuis les eaux souterraines » en raison de la lithologie perméable au-dessus de la nappe et de sa profondeur attendue (4 à 5 m).

Les vecteurs théoriques non retenus sont :

1. « Sol de surface non recouverts » puisque les sols sont recouverts d'enrobés ou de terre végétale ;
2. « Transfert de composés présents dans les sols vers les végétaux » en raison de l'absence de potager ;
3. « Envol de poussières des sols de surface non recouverts » en raison du recouvrement des sols.

5.1.3. Cibles

Les cibles actuelles sont les salariés ENEDIS et GRDF dans l'aménagement actuel du site.
Dans le cadre de l'usage futur, les cibles seront les salariés, visiteurs et résidents (adultes et enfants).

5.1.4. Voies d'exposition et scénarii retenus

Le tableau ci-dessous présente les scénarii d'exposition pertinents proposés (scénarii potentiels) à ce stade du diagnostic. Il pose les hypothèses de travail sur lesquelles se fondent les choix de conclusion de ce diagnostic du site et/ou des recommandations d'investigations d'éventuelles phases ultérieures.

Tableau 6 : Scénarii d'exposition retenus

	Modalités d'exposition	Voies d'exposition
Ingestion de sols de surface	Sols recouverts	Non retenue
Inhalation de poussières	Sols recouverts	Non retenue
Ingestion indirecte de végétaux aériens et/ou racinaires autoproduits	Absence de potagers sur le site à ce jour	Non retenue
Ingestion d'eau de nappe	Absence de puits sur site	Non retenue
Ingestion d'eau du robinet	Conduites AEP au droit de la zone d'étude, absence d'anomalie relevée en 2007 et 2017 par ERG	Non retenue
Inhalation de composés volatils issus du sol ou des eaux souterraines dans l'air intérieur de bâtiments	Présence de bâtiment dans la zone d'étude	Retenue
Inhalation de composés volatils issus du sol dans l'air extérieur	Aération naturelle de l'espace extérieur (dilution) et temps d'exposition faible (moins de 2 heures par jour).	Non retenue première approche

Sur la base des informations connues pour l'aménagement actuel, le scénario d'exposition retenu est l'inhalation de composés volatils issus du sol ou des eaux souterraines dans l'air intérieur de bâtiments.

5.2. Programme d'investigations

Le programme prévisionnel d'investigations est relatif :

- ✓ Aux compléments d'historique à apporter concernant l'emprise du site étudié par Motu 1 ;
- ✓ Au projet d'aménagement initial datant de mars 2022 comprenant 2 niveaux de sous-sols ;
- ✓ Aux investigations sur les sols à réaliser dans la **zone du piézomètre PZ2** où a été mise en évidence une contamination dans les sols lors de la foration et au droit des bâtiments non investigués (accessibilité à confirmer au préalable) ;
- ✓ Aux investigations systématiques (maillage) afin de disposer des éléments permettant de chiffrer le coût de gestion des terres excavées dans le cadre du chantier grâce à une caractérisation de la qualité environnementale **des futurs déblais** (notamment dans la zone de battement de nappe) vis-à-vis des seuils ISDI. A ce stade, un maillage relativement lâche d'environ 20 par 20 m a été retenu, sur l'ensemble du site. Le maillage sera réalisé à l'aide d'une sondeuse mécanique sur chenille, soit 26 sondages.

NB : ce maillage est proposé en première approche compte-tenu de l'existant, afin de cerner les enjeux associés à la problématique de gestion de terres excavées (1 analyse permettant de définir l'exutoire de 400 m³ / 720 t, ce qui reste peu précis). Toutefois, au vu de notre REX

concernant les sites d'AUG, d'anciennes infrastructures non recensées peuvent être rencontrées au droit du terrain, pour certaines encore remplies de produits. Aussi, un maillage plus fin permet de limiter les aléas en phase chantier.

- ✓ Aux investigations permettant de mener les études relatives à la réhabilitation du site pour l'usage futur (seuil de réhabilitation, CMA, études sanitaires, ...) : caractérisation de la qualité des sols en place après création des sous-sols ;

Enfin, un complément sur la **qualité de la nappe** est proposé avec le prélèvement des 3 piézomètres existants et la mise en œuvre de trois piézomètres complémentaires afin de confirmer le schéma des écoulements et de définir en première approche la qualité des eaux à gérer lors du rabattement de la nappe nécessaire pour la mise en œuvre des sous-sols.

Le site étant localisé au droit d'un SIS (Secteur d'Information sur les Sols), et du fait du contexte de reconversion envisagé (reconversion d'un site industriel ICPE vers un site à usage mixte logements/tertiaire), une ATTES selon la norme NF X 31-520-5 est à joindre au permis de construire. Dans un premier temps, les investigations ont pour objectif la caractérisation de la qualité des sols au droit du site en fonction de l'usage actuel et des sources potentielles de pollution identifiées et la caractérisation des futurs déblais de terrassement liés au projet d'aménagement.

Antea Group rappelle que la localisation des investigations est proposée sur la base des informations renseignées par le client.

Tableau 7 : Investigations proposées

Zones concernées	Sources potentielles de pollution	Investigations	Programme analytique	Observation / Justification
SOL				
Bâtiments et pourtour PZ2	Anciens gazomètres Remblais Ancienne cuve en limite est de la zone à l'étude	5 sondages de 6,5 m de prof ou refus	C5 C40+CAV+HAP+PCB + cyanures	Caractérisation des zones non investiguées (bâtiments <u>dans la limite des possibilités d'intervention</u>) et des indices organoleptiques relevés lors de la foration du Pz2
Ensemble du site	Anciens gazomètres Remblais	24 sondages à 6,5 m ou refus	Pack ISDI + 12 Mtx + COHV + cyanures COT + Granulométrie	Caractérisation des terres devant être excavées dans le cadre du projet d'aménagement et des sols sous-jacents
EAUX SOUTERRAINES				
Ensemble du site	-	3 piézomètres (PVC/PEHD diamètre 51/60 mm) à 10 m de profondeur, crépinés entre 3 et 10 m	Pack HCT HAP COHV BTEX PCB	Implantation : 1 en amont et 2 en aval + 3 piézomètres existants 2 campagnes de mesures
AIR DU SOL				
Ensemble du site	-	3 piézomètres gaz (PEHD diamètre 1 pouce) à 1,5 m de profondeur, crépinés entre 0,5 et 1,5 m	Pack TPH, HAP, BTEX	Implantation déterminées suite aux résultats des investigations sur les sols/ eaux souterraines / au droit des zones les plus impactées
<p><i>HCT : Hydrocarbures totaux (C10-C40) ; MTX : Métaux lourds (plomb, arsenic, cuivre, mercure, nickel, zinc, cadmium, chrome) ; HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques ; BTEX : Hydrocarbures monoaromatiques (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes) ; COHV : Composés Organohalogénés Volatils ; PCB : Polychlorobiphényles.</i></p> <p><i>Bilan ISDI : analyses sur sol sec (matière sèche, HAP, BTEX, PCB, COT, HCT), analyses sur éluats (test de lixiviation avec recherche de 12 métaux lourds, fluorures, sulfates, chlorures, fraction soluble indice phénol, Carbone Organique Total) ; CNé : Cyanures totaux sur éluat</i></p>				



Figure 18 : Localisation des investigations proposées sur plan de réseau ENEDIS



Figure 19 : Localisation prévisionnelle des investigations vis-à-vis des investigations ERG et BG

6. Investigations sur site

6.1. Objectifs

L'objectif des investigations sur les milieux sol, eau souterraine et air du sol est :

- d'identifier et/ou caractériser la qualité des sols au droit des sources potentielles de pollution identifiées,
- de caractériser les vecteurs de transfert,
- de caractériser les milieux d'exposition de la population (travailleurs, riverains, population générale),
- d'obtenir les éléments nécessaires à la réalisation du projet de construction.

6.2. Sécurité de l'intervention

6.2.1. Plan de prévention

Antea Group a pris connaissance et signé le Plan de Prévention interne au site établi le 02/05/2022 par NEXITY pour ENEDIS. En parallèle, Antea Group a transmis sa fiche d'analyse des risques (FAR) au propriétaire et client, MOTU 1 en date du 28/04/2022.

Les risques auxquels a été exposée l'équipe d'Antea Group intervenant sur site ont été évalués et des mesures de prévention relatives ont été mises en place dont la validation des points de sondages à l'aide d'un géoradar au droit des zones sensibles vis-à-vis des réseaux enterrés.

6.2.2. Sécurisation vis-à-vis des réseaux enterrés

6.2.2.1. DT/DICT

Conformément à la réglementation en vigueur, les DT/DICT conjointes (Déclaration de Travaux et Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux) ont été établies et traitées par Antea Group préalablement aux travaux sur site.

6.2.2.2. Détecteur de réseau

Une inspection au détecteur de réseaux (sous tension) a été réalisée au droit de chacun des sondages afin de valider l'absence de réseaux en complément des plans et réponses obtenues suite aux DICT.

Les inspections au détecteur de réseaux ont été réalisées par un ingénieur d'Antea Group.

6.2.2.3. Sécurisation par géodétection

Afin de sécuriser les points de sondages sensibles vis-à-vis des réseaux enterrés et de la densité importante de ceux-ci au droit du site, la société SE2T (sous-traitant d'Antea Group) est intervenue les 9 et 10 mai 2022 afin de valider l'implantation des sondages à l'aide d'un géoradar.



Figure 20 : Illustration de la détection des réseaux enterrés au géoradar

6.2.3. Contrôle de la présence potentielle d'amiante dans les enrobés

Deux prélèvements d'enrobé pour la recherche d'amiante et le contrôle des teneurs en HAP totaux ont été réalisés par BG en 2017 (cf. rapport Synthèse environnementale - BG du 13.09.2017 (FF0109.96_RN001/Est).

Deux échantillons composites d'enrobé ont été réalisés, représentatifs de deux secteurs de la zone de parking, avec des agrégats prélevés sur ces deux secteurs.

- Échantillon « Enrobé 1 », correspondant à la partie Nord du parking ;
- Échantillon « Enrobé 2 », correspondant à la partie Sud du parking.

Sur les deux secteurs de parking caractérisés, il n'a pas été détecté d'amiante ni de HAP. Seules des traces de phénanthrène sont détectées sur les deux échantillons.

	Réf. échantillon	Enrobé 1	Enrobé 2
Paramètre	Unité		
matière sèche	% massique	99.5	99.2
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES			
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
fluorène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
acénaphthylène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
naphtalène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
acénaphène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
fluoranthène	mg/kg MS	<0.5	0.51
anthracène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
phénanthrène	mg/kg MS	0.76	0.80
pyrène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
chrysène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	<0.5	<0.5
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS	<8.0	<8.0
RECHERCHE QUALITATIVE D'AMIANTE			
résultats d'amiante	-	Pas d'amiante détecté	Pas d'amiante détecté

Tableau 8 : Résultats des analyses sur enrobé (source : rapport BG n° FF0109.96_RN001/Est)

6.3. Investigations sur les sols (A200)

6.3.1. Réalisation des sondages sur site

La stratégie d'implantation des sondages a été définie de manière à respecter au plus près le plan d'implantation prévisionnel défini en amont et validé avec MOTU 1. L'implantation a ensuite été adaptée aux possibilités d'accès et de réseaux.

Au total 29 sondages ont été réalisés du 09/05/2022 au 11/05/2022 :

- 27 sondages, nommés SX, où X correspond au numéro du sondage, entre 1 et 6,5 mètres de profondeur à la géoprobe/ carottier battu,
- 2 sondages, nommés SwX, où X correspond au numéro du sondage, entre 0 et 1 mètres de profondeur au carottier portatif.

Il est à noter que les sondages initialement prévus au sein des bâtiments, ont été réalisés en extérieur en raison de l'usage de ceux-ci par ENEDIS et GRDF et du refus du site.

Le tableau suivant présente les sondages réalisés :

Tableau 9 : Sondages réalisés

Sondage	Profondeur prévisionnelle (m)	Profondeur atteinte (m)	Remarques
S1	6,5m	6,5m	/
S2	6,5m	4,7m	Refus sur béton
S3	6,5m	6,5m	/
S4	6,5m	2m	Refus sur béton
S5	6,5m	1,1m	Refus sur béton
S6	6,5m	2,7m	Refus sur béton
S7	6,5m	5,5m	Refus sur béton
S8	6,5m	7m	
S9	6,5m	5,7m	Refus sur béton
S10	6,5m	6,5m	
S11	6,5m	6,5m	
S12	6,5m	2,7m	Refus sur béton
S13	6,5m	6,5m	
S14	6,5m	6,5m	
S15	6,5m	6,5m	
S16	6,5m	6,5m	
S17	6,5m	2,2m	Refus sur béton
S18	6,5m	5,8m	Refus sur béton
S19	6,5m	2,7m	Refus sur béton ?
S20	6,5m	6,5m	
S21	6,5m	2,2m	Refus sur béton
S22	6,5m	2,2m	Refus sur béton
S23	6,5m	0,7m	Refus sur béton
S24	6,5m	3,7m	Refus sur béton
S25	6,5m	6,5m	
S26	6,5m	6,5m	
S27	6,5m	6,5m	
Sw1	3m	1m	Refus sur point dur
Sw1Bis	3m	1,1m	Refus sur point dur

Le matériel utilisé (géoprobe et carottier portatif) a été mis à disposition par l'entreprise Abysse environnement sous la supervision d'Antea Group.

Des refus ont été rencontrés au droit de plusieurs sondages :

- Sw1 et Sw1Bis
- S2, S4, S5, S6, S7, S9, S12, S17, S18, S19, S21, S22, S23, S24. Présence d'une dalle béton, limitant les investigations en profondeur au droit de ces sondages.

Concernant les sondages S1, S2, S3, S4, S15, S17, S20 et S23, ils ont dû être décalés afin de se prémunir des risques liés aux réseaux enterrés. Les sondages restent cependant disposés à proximité directe de la zone ciblée.

La figure suivante illustre les différentes méthodes de forages employées.



Figure 21 : Illustration du sondage Sw1 à gauche et S12 à droite

La localisation des sondages réalisés est présentée dans la figure suivante :



Figure 22 : Localisation des sondages réalisés et des refus – sur image satellite

L'ensemble des sondages a été immédiatement rebouché avec les matériaux extraits directement après l'observation organoleptique et la prise d'échantillons.
Pour les sondages sur enrobé, ils ont été rebouchés via un enrobé à froid compacté.

Un relevé GPS de précision a été effectué sur les points de sondage par l'entreprise SE2T, et est présenté ci-dessous :

Tableau 10 : Coordonnées des sondages de sol (SE2T)

Point	X (Lambert 93)	Y (Lambert 93)	Z (m NGF)
S1	1045227,24	6299307,34	17,63
S2	1045240,95	6299305,73	17,495
S3	1045250,23	6299299,37	17,556
S4	1045275,98	6299315,46	17,517
S5	1045282,79	6299330,55	17,794
S6	1045275,67	6299347,41	17,9
S7	1045242,47	6299362,42	18,168
S8	1045252,45	6299364,65	18,178
S9	1045243,42	6299370,09	18,103
S10	1045239,95	6299383,63	18,105
S11	1045264,93	6299391,47	17,974
S12	1045275,79	6299365,29	17,967
S13	1045278,17	6299378,79	18,067
S14	1045283	6299400,11	17,773
S15	1045302,35	6299387,35	17,545
S15	1045302,69	6299386,81	17,51
S16	1045316,67	6299382,7	17,471
S17	1045303,52	6299365,88	17,547
S18	1045294,7	6299354,28	17,839
S19	1045291,57	6299343,46	17,949
S20	1045302,82	6299317,41	17,459
S21	1045305,72	6299344,49	17,564
S22	1045309,02	6299352,46	17,57
S23	1045320,42	6299346,23	17,295
S24	1045317,49	6299335,17	17,46
S25	1045316,41	6299328,94	17,556
S26	1045311,39	6299317,08	17,496
S27	1045256,3	6299390,24	18,271

6.3.2. Suivi des travaux et prélèvement des échantillons sur site

L'intervenant d'Antea Group, présent constamment lors des investigations, a assuré le respect du Plan de Prévention, dirigé les sondages, noté les coupes techniques, choisi et constitué les échantillons nécessaires à la caractérisation analytique des sols traversés.

La stratégie d'échantillonnage des sols a été adaptée au besoin de l'étude en fonction de la nature des informations recherchées :

- Caractérisation des terres devant être excavées dans le cadre du projet d'aménagement sous-jacent.
- Caractérisation des sols au niveau des zones n'ayant pas fait l'objet d'une caractérisation lors des précédents diagnostics environnementaux.

Pour cela la stratégie d'échantillonnage a consisté en un échantillonnage par tranche de 1m.

Les coupes des sondages sont présentées en Annexe III et précisent notamment la technique de foration, les lithologies observées et l'agencement des échantillons prélevés.

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons en verre étanches neufs de qualité laboratoire, soigneusement étiquetés dès leur conditionnement, conservés dans des glacières limitant le risque d'altération et expédiés au laboratoire.

Les échantillons de sol ont été envoyés au laboratoire WESSLING les 10 et 11 mai 2022 et réceptionnés les 11 et 12 mai 2022.

6.3.3. Programme analytique des sols

Le programme analytique a été établi en fonction des objectifs de l'étude, sur la base des informations disponibles et en particulier sur les sources potentielles de pollution identifiées sur site.

Le programme analytique général est synthétisé dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sols

Sondages	Profondeur (m)	Profondeur d'échantillonnage	Analyses réalisées				
			Pack ISDI / 12 métaux / cyanure libre et totaux	COHV	HC(C5-C10) + HC (C10-C40) / BTEX / HAP / PCB	COT	Granulométrie
S1	6,5	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
		5 - 6m	x	x			
		6 - 6,5m		x		x	
S2	4,7	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m		x	x		
		3 - 4m		x	x		
		4-4,7m	x	x		x	x
S3	6,5	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m		x	x		
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
		5 - 6m	x	x			
		6 - 6,5m		x		x	
S4	2	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m		x	x		

Sondages	Profondeur (m)	Profondeur d'échantillonnage	Analyses réalisées				
			Pack ISDI / 12 métaux / cyanure libre et totaux	COHV	HC(C5-C10) + HC (C10-C40) / BTEX / HAP / PCB	COT	Granulométrie
S5	1,1	0 - 1m	x	x			
S6	2,7	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
S7	5,5	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
		5 - 5,5m	x	x			
S8	6,5	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
		5 - 6m	x	x			
S9	5,7	6 - 6,5m		x	x		
		0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
S10	6,5	5 - 5,7m	x	x			
		0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
S11	6,5	5 - 6m	x	x			
		6 - 6,5m		x	x		
		0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
S12	2,7	4 - 5m	x	x			
		5 - 6m	x	x			
		6 - 6,5m		x	x		
S13	6,5	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
		5 - 6m	x	x			
S14	6,5	6 - 6,5m		x	x		
		0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
S15	6,5	5 - 6m	x	x			
		6 - 6,5m		x	x		
		0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
S16	6,5	4 - 5m	x	x			
		5 - 6m	x	x			
		6 - 6,5m		x	x		
		0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 - 3m	x	x			
S17	2,2	3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			

Sondages	Profondeur (m)	Profondeur d'échantillonnage	Analyses réalisées				
			Pack ISDI / 12 métaux / cyanure libre et totaux	COHV	HC(C5-C10) + HC (C10-C40) / BTEX / HAP / PCB	COT	Granulométrie
		2 -2,2m		x	x		
S18	5,8	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 -3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
		5 - 5,8m	x	x			
S19	2,7	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 -2,7m	x	x			
S20	6,5	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 -3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
		5 - 6m	x	x			
S21	2,2	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 -2,2m		x	x		
S22	2,2	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 -2,2m		x	x		
S23	0,7	0 - 7m	x	x			
S24	3,7	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 -3m	x	x		x	x
		3 - 3,7m		x	x	x	x
S25	6,5	0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 -3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
		5 - 6m	x	x			
S26	6,5	6 -6,5m		x	x	x	x
		0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 -3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
		5 - 6m	x	x			
S27	6,5	6 -6,5m		x	x	x	
		0 - 1m	x	x			
		1 - 2m	x	x			
		2 -3m	x	x			
		3 - 4m	x	x			
		4 - 5m	x	x			
Sw1	1	5 - 6m	x	x			
		6 -6,5m		x	x	x	
Sw1Bis	1,1	0 - 1,1m	x	x			

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire WESSLING France à Saint-Quentin Fallavier (38), accrédité par le COFRAC.

6.4. Investigations sur les eaux souterraines (A210)

6.4.1. Réalisation des piézomètres

L'implantation des piézomètres a été réalisée de manière à obtenir des informations complémentaires sur la qualité des eaux souterraines en amont et en aval du site et à permettre de confirmer le schéma des écoulements et de statuer sur l'état de la nappe sur l'ensemble du site.

Au total, 3 nouveaux piézomètres ont été implantés dans la nappe des alluvions du Paillon :

- 2 piézomètres en aval hydraulique,
- 1 piézomètre en amont hydraulique.

La figure suivante présente le plan de localisation des piézomètres au droit du site incluant les 3 nouveaux ouvrages.



Figure 23 : Plan de localisation des piézomètres au droit du site – fond satellite

La méthode retenue a été la foration à l'Odex. La foreuse a été mise à disposition par Abyse Environnement du 02/05/2022 au 03/05/2022.

L'ensemble des travaux a été supervisé par un intervenant d'Antea Group, présent constamment qui a assuré le respect du Plan de Prévention, dirigé les forages et noté les coupes techniques. Tout le matériel utilisé lors de la construction des piézomètres (train de tiges, tubes pleins, tubes crépinés etc.) a été soigneusement nettoyé avant et entre chaque utilisation.

Les cuttings de forage de l'ouvrage Pz5 ont été stockés en big-bag et prélevés pour analyse. Après retour des analyses et en l'absence d'impact, les cuttings du Pz5 ainsi que les cuttings des autres ouvrages ont été régalez sur site.

Les piézomètres mis en place ont été équipés :

- d'un tube plein PEHD de diamètre 51/63 mm de 0 à 3 m,
- d'un tube crépiné PEHD de diamètre 51/63 mm de 3 à 10 m,
- d'un bouchon de fond,
- d'un massif filtrant jusqu'à un mètre au-dessus du tube crépiné,
- d'un bouchon d'argile,
- d'un coulis de béton jusqu'au ras du sol,
- d'une couche de béton,
- d'un bouchon hermétique en surface,
- d'une bouche à clé ras de sol avec capot cadenassé.

L'équipement des piézomètres est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Equipement des piézomètres

Aquifère capté	Ouvrages	Localisation	Tube plein (m/sol)	Tube crépiné (m/sol)	Bouche ras de sol / hors sol
Alluvions du Paillon	Pz4	Amont latéral hydraulique	0 – 3m	3-10m	Ras de sol
Alluvions du Paillon	Pz5	Aval hydraulique	0 – 3m	3-10m	Ras de sol
Alluvions du Paillon	Pz6	Aval latéral hydraulique	0 – 3m	3-10m	Ras de sol

Les coupes des piézomètres sont présentées en Annexe VIVV.

Les ouvrages ont été nivelés par la société SE2T.

Les coordonnées relevées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Coordonnées et cote NGF des piézomètres

Ouvrages	Lambert 93	Altitude de l'ouvrage (m NGF du repère)
Pz4	X : 1045315,688 Y : 6299398,546	Sol : 17,806 PEHD : 17,735
Pz5	X : 1045315,149 Y : 6299317,096	Sol : 17,410 PEHD : 17,344
Pz6	X : 1045250,990 Y : 6299299,281	PEHD : 17,606

6.4.2. Echantillonnage des eaux souterraines

Deux campagnes de prélèvements ont été réalisées par Antea Group en mai et juillet 2022. Les purges et prélèvements d'échantillons d'eaux souterraines ont été réalisés par Antea Group le 12/05/2022 et 22/07/2022 au droit de l'ensemble des piézomètres présents sur site.

L'échantillonnage au droit de chaque piézomètre s'est effectué de l'amont vers l'aval dans l'ordre suivant : Pz 3 – Pz6 – Pz4 – Pz1 – Pz5 – Pz2.

6.4.2.1. Purge des piézomètres avant prélèvement

Avant échantillonnage, le niveau d'eau au droit de chaque piézomètre a été relevé et les piézomètres ont été purgés. Les paramètres physico-chimiques pH, température, conductivité, potentiel redox ont été relevés environ toutes les cinq minutes.

La purge a été réputée complète lorsque l'une des deux conditions suivantes ont été respectées :

- les paramètres physico-chimiques sont stabilisés,
- un volume minimal égal à deux fois la colonne d'eau initialement présente dans l'ouvrage aura été purgé.

Une purge statique a été réalisée avec la pompe positionnée en bas de colonne d'eau.

Les fiches de purge et de prélèvement des eaux souterraines sont fournies en Annexe V.

6.4.2.2. Prélèvement des eaux souterraines

Les prélèvements ont été réalisés selon le fascicule AFNOR relatif au prélèvement et à l'échantillonnage des eaux souterraines publié en décembre 2017 (NF X 31-615).

Les prélèvements de la 1^{ère} campagne ont eu lieu 10 jours après l'installation des piézomètres, pour garantir le retour à l'équilibre du milieu eaux souterraines suite à l'installation des ouvrages.

Pour échantillonner les eaux situées en milieu de colonne, les prélèvements ont été réalisés en sortie de pompe à bas débit (inférieur à 4 l/min) pour chacun des piézomètres installés.

La pompe a été nettoyée et les tuyaux d'exhaures changés entre chaque point de prélèvement.

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons adaptés aux paramètres analysés transmis par le laboratoire d'analyse, soigneusement étiquetés dès leur conditionnement, et conservés dans une glacière jusqu'au laboratoire.

Les échantillons d'eaux souterraines de mai 2022 ont été envoyés au laboratoire WESSLING le 12/05/2022 et réceptionnés le 13/05/2022. Ceux de juillet 2022 ont été envoyés au laboratoire WESSLING le 22/07/2022 et réceptionnés le 25/07/2022.

6.4.3. Programme analytique des eaux souterraines

Le programme analytique a pour objectif de déterminer la présence ou l'absence d'un impact sur la nappe superficielle au droit du site.

Un échantillon a été prélevé dans chaque ouvrage. Pour l'ensemble des piézomètres, les paramètres analysés sont les suivants : HCT /COHV / HAP / BTEX / Cyanures libres et totaux.

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire WESSLING France à Saint-Quentin Fallavier (38), accrédité COFRAC.

6.5. Investigations sur les gaz du sol et des eaux souterraines (A230)

Les prélèvements de gaz du sol et issues des souterraines permettent de mesurer la concentration des substances volatiles présentes dans l'air du sol et tiennent compte ainsi du dégazage des substances à partir du sol et des eaux souterraines.

6.5.1. Réalisation des ouvrages

6.5.1.1. Piézomètres « gaz »

Trois (3) piézomètres « gaz » ont été implantés au droit du site au niveau des zones identifiées comme les plus impactées suite aux résultats des investigations transmises au stade offre et au regard du projet d'aménagement transmis en mars 2022.

La figure suivante présente le plan de localisation des piézomètres « gaz ».



Figure 24 : Plan de localisation des piézomètres « gaz »

Les piézomètres « gaz » ont été réalisés à l'aide d'un carottier battu par l'entreprise spécialisée Abysses Environnement.

L'ensemble des travaux a été supervisé par un intervenant d'Antea Group présent constamment qui a assuré le respect du plan de prévention, dirigé les forages et noté les coupes techniques.

Les piézomètres « gaz » mis en place ont été équipés :

- d'un tube plein PEHD entre 0 et 0,5 mètre de profondeur, de diamètre 25/32 mm,
- d'un tube crépiné PEHD entre 0,5 et 1,5 mètre de profondeur, de diamètre 25/32 mm,
- d'un bouchon de fond hermétique,
- d'un massif filtrant sur 1,2m,
- d'un bouchon de bentonite sur 0,2 mètres d'épaisseur,
- puis du ciment jusqu'à la surface,
- d'un bouchon hermétique en surface,
- d'une bouche à clés ras de sol.

Les coupes des piézomètres « gaz » sont fournies en Annexe VI du présent rapport.

6.5.2. Prélèvement des gaz du sol

Deux campagnes de prélèvements ont été réalisées par Antea Group en mai et juillet 2022.

Les prélèvements des échantillons des gaz du sol ont été réalisés les 19/05/2022 et 21/07/2022.

Les prélèvements ont été réalisés selon le fascicule AFNOR relatif au prélèvement et à l'échantillonnage des gaz du sol en juillet 2017 (NF ISO 18400-204). Les prélèvements ont eu lieu 9 jours après l'installation des ouvrages afin de garantir le séchage de l'équipement installé (en particulier la bentonite et le ciment), garantie d'une étanchéité de l'ouvrage.

Les prélèvements d'échantillons de gaz du sol ont été effectués au moyen d'une pompe bas débit spécifique à ce type de prélèvement (type Gilair 5©– débi-mètre électronique).

Une purge préalable de 10 min a été réalisée à un débit d'environ 0,5 L/min avant prélèvement au droit de chaque piézomètre « gaz » de manière à purger par renouvellement de 5 volumes d'air présent dans l'ouvrage.

Les gaz du sol ont été prélevés sur un support ou cartouche adsorbante spécifique aux substances recherchées (charbon actif, XAD2, Carulite).

La cartouche adsorbante comprend une plage de mesure et une plage de contrôle, afin de s'assurer de l'absence de saturation du support de prélèvement.

La ligne de prélèvement est la suivante : les cartouches adsorbantes ont été reliées aux piézaires via un tube en matériaux inertes (polyéthylène) plongé dans l'ouvrage et relié à une pompe (prélèvement actif). Un schéma représentant le dispositif de prélèvement est présenté en Figure 25.

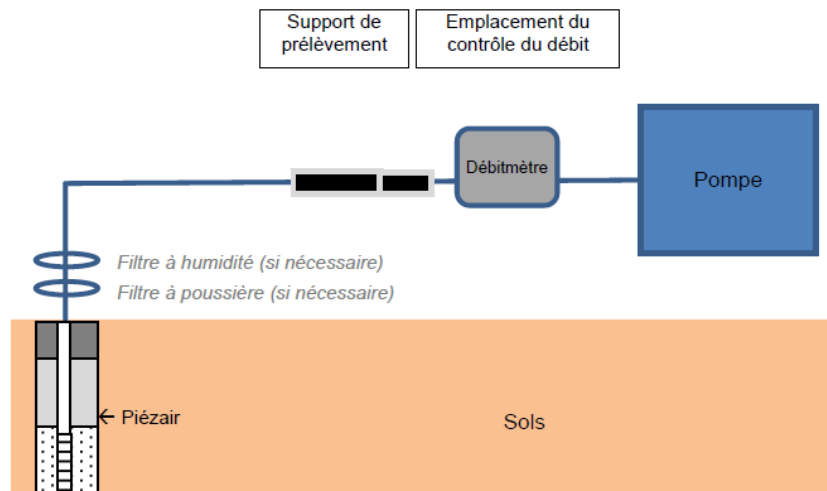


Figure 25 : Dispositif de prélèvement des gaz de sol

Un ingénieur d'Antea Group a réalisé les prélèvements, selon le déroulement suivant :

- vérification de la profondeur de l'ouvrage et de l'absence manifeste d'eau en fond d'ouvrage,
- réalisation d'une purge du volume mort d'air présent dans l'ouvrage,
- mise en place de la ligne de prélèvement pour l'échantillon longue durée,
- une fois le prélèvement long réalisé, mise en place de la ligne de prélèvement pour l'échantillon courte durée.

Un échantillon a ainsi été réalisé par piézajir :

- un prélèvement de longue durée (entre 2 et 4 h selon l'ouvrage) qui permet d'obtenir des limites de quantification suffisamment basses en cas de faible impact de l'air du sol,

Les durées et débits de prélèvement sont adaptés aux objectifs de l'étude, en cohérence avec les limites de quantification adéquates au regard des critères de comparaison retenus pour l'interprétation des concentrations observées et de façon à être représentatifs d'une durée d'exposition suffisante.

Par ailleurs, afin de valider l'absence d'interférence au moment des prélèvements et du transport, deux blancs ont été réalisés. Pour ce faire, un support d'air a été traité de façon identique aux échantillons, à l'exception de l'air du sol ayant circulé au travers de la cartouche de prélèvement :

- Pour évaluer les éventuelles interférences présentes lors des prélèvements : les supports de blanc ont été ouverts à chaque ouverture des tubes de prélèvement puis refermés lors de la phase de pompage. Ils ont été ré-ouverts à chaque désinstallation des tubes de prélèvement. Les mêmes tubes de blanc sont utilisés pour l'installation/désinstallation des différents points de prélèvement. Les blancs sont finalement fermés et conditionnés dans les mêmes conditions que les autres échantillons.
- Pour évaluer les éventuelles interférences présentes lors du conditionnement et du transport des échantillons : les tubes de blanc sont ouverts lors du conditionnement du premier tube correspondant puis fermés et stockés dans la glacière comme les autres échantillons pendant toute la durée du stockage.

Aucun pompage n'a été réalisé sur cet échantillon, nommé « blanc ». Il a fait l'objet des mêmes analyses que les échantillons d'air.

Les débits ont, de plus, été vérifiés pour chaque point de mesure, avant et après le pompage grâce à un débitmètre à bulle placé entre le tube de prélèvement et la pompe. Ces mesures de débit permettent de définir le volume d'air ayant circulé au travers du support (en utilisant le temps de prélèvement). Aucune dérive significative du débit n'a été observée entre le début et la fin du prélèvement ce qui valide la représentativité des prélèvements.

Une fois la phase de prélèvement terminée, les tubes ont été obturés à chaque extrémité à l'aide de capuchons en polyéthylène. Les supports ont été étiquetés dès leur conditionnement et conservés dans une glacière jusqu'au laboratoire.

Le tableau suivant résume les paramètres de prélèvement des gaz du sol :

Tableau 14 : Paramètres de prélèvement des gaz du sol – mai 2022

Ouvrage	Support	Paramètre analysé	Temps de prélèvement (min)	Débit (L/min)
Pzair1	Charbon actif	TPH BTEX COHV	121 min	0,525
	Carulite	Mercure	42 min	0,532
	XAD-2	HAP	116 min	0,518
Pzair2	Charbon actif	TPH BTEX COHV	117min	0,530
	Carulite	Mercure	31min	0,527
	XAD-2	HAP	116min	0,543
Pzair3	Charbon actif	TPH BTEX COHV	121min	0,525
	Carulite	Mercure	42min	0,518
	XAD-2	HAP	116min	0,532

Tableau 15 : Paramètres de prélèvement des gaz du sol – juillet 2022

Ouvrage	Support	Paramètre analysé	Temps de prélèvement (min)	Débit (L/min)
Pzair1	Charbon actif	TPH BTEX COHV	120 min	0,501
	Carulite	Mercure	30 min	0,501
	XAD-2	HAP	120 min	0,496
Pzair2	Charbon actif	TPH BTEX COHV	120 min	0,497
	Carulite	Mercure	30 min	0,497
	XAD-2	HAP	120 min	0,467
Pzair3	Charbon actif	TPH BTEX COHV	120 min	0,507
	Carulite	Mercure	42 min	0,517
	XAD-2	HAP	120 min	0,519

Les fiches de prélèvement détaillées des deux campagnes sont présentées en Annexe VII. Des photographies des prélèvements des piézomètres « gaz » sont également présentées.

Les supports ont été étiquetés dès leur conditionnement et conservés dans une glacière jusqu'au laboratoire.

Les échantillons prélevés lors de la campagne de mai ont été envoyés le 20/05/2022 au laboratoire WESSLING et réceptionnés le 23/05/2022. Ceux de juillet 2022 ont été envoyés au laboratoire WESSLING le 22/07/2022 et réceptionnés le 25/07/2022.

6.5.3. Prélèvement des gaz issues des eaux souterraines

Afin de caractériser le dégazage de la nappe suite à la détection de Benzène au sein des eaux souterraines, Antea Group a procédé le 21 juillet 2022 à :

- La réalisation d'une purge du volume mort d'air présent dans l'ouvrage,
- La réalisation des prélèvements par conteneurs en dépression (canisters 6L) via une canne de prélèvement plongée au droit des piézomètres Pz2 et Pz4, présentant des impacts en composés volatils.
- Des mesures à la sonde PID seront réalisées dans le piézomètre avant et après prélèvement,
- La rédaction des fiches de prélèvements.



Figure 26 : Réalisation du prélèvement d'air (canister 6L) – Pz4

Les échantillons prélevés ont été envoyés le 23/05/2022 au laboratoire TERA Environnement et réceptionnés le 26/07/2022.

6.5.4. Programme analytique des gaz du sol et issues des eaux souterraines

Le programme analytique intègre les paramètres suivants pour les 3 ouvrages : hydrocarbures volatils C5 à C16, COHV, HAP, BTEX, mercure.

Les analyses ont porté sur la couche de mesure et la couche de contrôle¹ afin de vérifier l'absence de phénomène de claquage ou saturation² des supports conformément aux règles de l'art.

Les échantillons d'air du sol ont été analysés par le laboratoire WESSLING France à Saint-Quentin Fallavier (38), qui détient une accréditation du COFRAC et est agréé par le Ministère en charge de l'Environnement.

Les échantillons, nommés « blanc », ont fait l'objet des mêmes analyses que les échantillons de gaz du sol.

Concernant les gaz issus des eaux souterraines, seuls les hydrocarbures volatils C5 à C16, COHV, BTEX et naphthalène ont été analysés par le laboratoire TERA Environnement.

6.5.5. Conditions météorologiques

Les prélèvements de gaz de sol sont sensibles aux variations météorologiques, ainsi les conditions météorologiques ont été étudiées 3 jours avant et 1 jour après la date de prélèvement, d'après la station météorologique de Nice.

6.5.5.1. Campagne de mai 2022

Afin d'observer l'évolution des paramètres, les conditions météorologiques ont été observées du 16 au 20 mai 2022, elles sont reprises ci-dessous.

- Le taux d'humidité est de 73 % le jour des prélèvements. Du 16/05/2022 au 19/05/2022, ce taux a présenté une moyenne de 74%. Les conditions étaient donc plutôt favorables à la mobilisation des gaz en extérieur.
- Les températures ont varié entre 19,1°C (minimum le matin) et 24,8°C (maximum l'après-midi) le 19/05/2022. Les trois jours précédents les températures ont montré des variations allant de 15,7 à 23,2°C. Ces conditions sont moyennement favorables à la mobilisation des composés volatils.
- La pression atmosphérique moyenne a varié entre 1 020 et 1 022 hPa du 16 au 19 mai 2022. Le jour des prélèvements, elle était d'ordre de 1 024 hPa. Cela correspond à une période anticyclonique, conditions moyennement favorables à la mobilisation des gaz.

¹ Une cartouche de support spécifique utilisée pour le prélèvement des substances présentes en phase vapeur dans l'air comporte une couche de mesure et une couche de contrôle, cette dernière permettant de contrôler la non saturation de la couche de mesure et ainsi de valider l'échantillonnage.

² Mauvaise adsorption des substances sur le support, pouvant être liée, soit à des concentrations dans l'air trop importantes, soit à une humidité trop importante, soit à la présence d'une molécule interférant le piégeage des molécules recherchées.

Compte tenu des conditions météorologiques mesurées entre le 16 et le 19 mai 2022, les prélèvements de gaz du sol ont été effectués dans des conditions moyennement favorables à la mobilisation des gaz en extérieur.

6.5.5.2. Campagne de juillet 2022

Afin d'observer l'évolution des paramètres, les conditions météorologiques ont été observées du 18 au 22 juillet, elles sont reprises ci-dessous.

- Le taux d'humidité est de 60 % le jour des prélèvements. Du 18/05/2022 au 19/05/2022, ce taux a présenté une moyenne de 59%. Les conditions étaient donc plutôt favorables à la mobilisation des gaz en extérieur.
- Les températures ont varié entre 26,7°C (minimum le matin) et 30,7°C (maximum l'après-midi) le 21/07/2022. Les trois jours précédents les températures ont montré des variations allant de 27,3 à 34°C. Ces conditions sont favorables à la mobilisation des composés volatils.
- La pression atmosphérique moyenne a varié entre 1 016 et 1 018 hPa du 18 au 21 juillet 2022. Le jour des prélèvements, elle était d'ordre de 1 016 hPa. Cela correspond à une période anticyclonique, conditions moyennement favorables à la mobilisation des gaz.

Compte tenu des conditions météorologiques mesurées entre le 18 et le 21 juillet 2022, les prélèvements de gaz du sol ont été effectués dans des conditions favorables à la mobilisation des gaz en extérieur.

6.6. Maîtrise des impacts environnementaux de l'intervention

Afin de limiter au maximum les impacts environnementaux de son intervention Antea Group a mis en œuvre différentes mesures qui sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Disposition prises pour la maîtrise des impacts environnementaux

Opérations	Dispositions prises
Sondages de sols	Les cuttings excédentaires ont été remis en place
Forage des piézomètres	Les cuttings et boues de forage de Pz5 ont été recueillis dans des Big Bag qui ont été stockés sur site sur une zone dédiée pour gestion par MOTU 1. Après retour d'analyse des cuttings (absence d'impact), ceux-ci ont été régalez sur site Les cuttings des autres ouvrages ont été régalez sur site
Développement et purge des piézomètres	Les eaux de purges ont été rejet dans le réseau d'eau pluvial après traitement sur charbon actif
Forage des piézomètres « gaz »	Les cuttings de forage des piézomètres « gaz » ont été régalez sur site
Enrobés	Pour les sondages sur enrobé, ils ont été rebouchés via un enrobé à froid compacté

6.7. Limites de la méthode d'investigation

Les sondages ponctuels ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains du site.

Leur implantation et leur densité permettent d'avoir une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure l'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux sondages et/ou à plus grande profondeur, qui pourrait échapper à nos investigations.

Les sondages permettent par ailleurs de caractériser les terres autour des installations enterrées, sans qu'il ne puisse être exclu un impact des terrains au droit même de ces structures.

Par ailleurs, le diagnostic rend compte de l'état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs anthropiques ou naturels (exemple : variation du niveau de la nappe liée à une saisonnalité) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

Enfin, un diagnostic de pollution éventuelle du sous-sol a pour seule fonction de renseigner sur l'état chimique de contamination éventuelle du sous-sol et des éventuelles contraintes engendrées par cette contamination pour le projet d'aménagement. Toute utilisation en dehors de ce contexte (dans un but géotechnique par exemple pour déterminer des assises de fondation) ne saurait engager la responsabilité d'Antea group.

7. Résultats des investigations et interprétation (A270)

7.1. Préambule

Diagnostic de pollution

Le diagnostic de pollution des milieux doit permettre de caractériser les différents milieux investigués (sols, eaux souterraines et gaz du sol) et d'identifier, localiser et dimensionner les éventuels polluants présents dans les sols.

L'interprétation des résultats obtenus devra permettre de répondre aux objectifs initiaux définis. Celle-ci est réalisée par comparaison des résultats entre eux et également par comparaison à des valeurs de référence ou des valeurs guides. Ces valeurs ne sont pas nécessairement des seuils de réhabilitation, ni des seuils de risque sanitaire. Elles peuvent parfois être réglementaires. Il est ainsi nécessaire de garder à l'esprit l'objectif à atteindre par les investigations menées.

Les résultats du diagnostic de pollution permettront également de statuer sur l'existence ou non de zones de pollution concentrée sur la zone d'étude.

Pollution concentrée

La mise à jour de 2017 de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués précise que « lorsque des pollutions concentrées sont identifiées [...] la priorité consiste d'abord à déterminer les modalités de suppression des pollutions concentrées, plutôt que d'engager des études pour justifier leur maintien en l'état, en s'appuyant sur la qualité déjà dégradée des milieux ou sur l'absence d'usage de la nappe ».

La définition de la pollution concentrée donnée par cette même méthodologie est la suivante : « volume fini de milieu souterrain au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de ce volume même en l'absence d'émission dans l'environnement ».

L'existence ou non de zones de pollution concentrée doit être établie par la convergence des résultats obtenus d'au moins deux des méthodes suivantes :

- Interprétation des constats de terrain.
- Interprétation cartographique.
- Analyse statistique.
- Bilan massique.
- Détermination de la présence d'une phase organique dans les sols.
- Approche géostatistique.

La pollution concentrée, si elle est facilement accessible et non associée à une pollution diffuse, peut être traitée directement sans passer par le plan de gestion.

Selon le cas un plan de gestion intégrant une étude des risques sanitaires et environnementaux ainsi qu'un bilan cout/avantage pourra être réalisé afin de déterminer les modes de gestion les plus adaptés.

7.2. Valeurs de comparaison

Valeurs de comparaison

L'interprétation des résultats se fait par comparaison des résultats entre eux et également par comparaison à des valeurs de référence ou des valeurs guides. Ces valeurs ne sont pas nécessairement des seuils de réhabilitation, ni des seuils de risque sanitaire. Elles peuvent parfois être réglementaires. Il est ainsi nécessaire de garder à l'esprit l'objectif à atteindre par les investigations menées.

Le tableau suivant présente les valeurs de comparaison utilisées dans le cadre de cette étude :

Tableau 17 : Valeurs de référence ou de comparaison

Milieu	Valeurs de référence ou de comparaison
Sol	<p>La valeur de fond géochimique national : « Teneurs totales en élément traces dans les sols (France) » du Programme ASPITET de l'INRA (http://etm.oreans.inra.fr/).</p> <p>Le Haut Conseil de Santé Publique a rédigé un avis en juin 2014³, indiquant différents niveaux de gestion concernant le plomb en cas d'exposition potentielle d'enfants par contact direct avec les sols :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un niveau d'alerte pour une concentration moyenne en plomb de 300 mg/kg dans les sols, • un niveau de vigilance pour une concentration moyenne de 100 mg/kg dans les sols, impliquant la réalisation d'une étude de risque sanitaire fondée sur la VTR proposée par l'EFSA (5 10⁻⁴ mg/kg/j)⁴. <p>Les hydrocarbures sont naturellement non décelés dans les sols ordinaires, à l'exception des hydrocarbures dans les sols forestiers (humus). Dès lors, l'existence d'une contamination, aussi infime soit elle, du milieu SOL par les hydrocarbures (HCT ou BTEX) peut être appréhendée par comparaison des concentrations mesurées avec les limites de quantification du laboratoire. Pour les HAP, le Guide méthodologique sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques de l'INERIS (rapport n°66244-DESP-R01 du 18/08/2005) indique que les teneurs en HAP, dans les sols de terrains peu arborés, liées à des sources naturelles telles que les incendies de forêt ou la synthèse par la végétation sont de l'ordre de 0,1 à 1 mg/kg de sol pour la somme des 16 HAP. Les sols de forêt, généralement riches en matière organique, présentent des teneurs plus élevées, de l'ordre de 10 mg/kg. La valeur de bruit de fond pour les HAP est considérée ici égale à 1 mg/kg MS.</p> <p>Pour les polluants organiques chimiques, ces substances ne sont normalement pas présentes dans l'environnement. Donc, le constat de leur présence témoigne d'une contamination (même limitée).</p>
Sol (terres excavées)	<p>En l'absence de valeur française réglementaire sur les sols excavés ou à excaver, les résultats analytiques ont été comparés, à titre indicatif, aux critères d'acceptation en installation de stockage de déchets inertes (ISDI) de l'arrêté du 12 décembre 2014. Ces valeurs s'appliquent dans le cadre du transfert de terres excavées vers une ISDI et ne représentent pas des seuils de réhabilitation (ceux-ci sont définis selon une démarche d'évaluation des risques propre à chaque site).</p> <p>Afin de mettre en évidence la présence ou l'absence de contraintes en termes de gestion des éventuels déblais, les résultats d'analyses relatifs aux échantillons de sols ont également été comparés aux valeurs présentes dans l'arrêté du 12 décembre 2014 fixant la liste de types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations.</p>

³ HCSP, « Expositions au plomb : détermination de nouveaux objectifs de gestion », juin 2014.

⁴ L'EFSA recommande de retenir une plombémie critique de 12 µg/L.

Composés analysés	Unité	Seuils ISDI selon AM du 12/12/14
Sur brut		
COT	mg/kg MS	30000*
HCT C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg MS	500
HAP	mg/kg MS	50
PCB	mg/kg MS	1
BTEX	mg/kg MS	6
Sur lixiviat		
COT	mg/kg MS	500*
Fraction soluble	mg/kg MS	4000**
Chlorures	mg/kg MS	800**
Fluorures	mg/kg MS	10
Sulfates	mg/kg MS	1000**
Indice phénol	mg/kg MS	1
Métaux		
Antimoine	mg/kg MS	0,06
Arsenic	mg/kg MS	0,5
Baryum	mg/kg MS	20
Chrome	mg/kg MS	0,5
Cuivre	mg/kg MS	2
Molybdène	mg/kg MS	0,5
Nickel	mg/kg MS	0,4
Plomb	mg/kg MS	0,5
Zinc	mg/kg MS	4
Mercure	mg/kg MS	0,01
Cadmium	mg/kg MS	0,04
Sélénium	mg/kg MS	0,1

**Il est à noter que pour les sols, une limite plus élevée en COT sur brut peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le COT total sur éluât.*

***Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble*

Eaux souterraines	<p>Les valeurs analytiques des eaux souterraines sont comparées à titre indicatif</p> <ul style="list-style-type: none"> • à l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine, notamment à : <ul style="list-style-type: none"> ○ L'annexe I-1 : Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine. ○ L'annexe II : Limites de qualité des eaux brutes de toute origine utilisée pour la production d'eau destinées à la consommation humaine. • Normes de qualité des eaux souterraines issues de l'annexe 1 de l'arrêté du 17/12/2008 modifiée par l'arrêté du 17/07/2012 • par défaut le cas échéant aux normes usuelles dans d'autres pays ou aux normes de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) pour les eaux de consommation.
Gaz du sol	<p>Pour les gaz du sol, en l'absence de valeurs de gestion ou de référentiel d'interprétation, un constat de présence ou d'absence est d'abord effectué. Un composé est détecté chaque fois que sa concentration apparaît supérieure à la limite de quantification (LQ) du laboratoire.</p>

7.3. Résultats obtenus dans les sols

7.3.1. Observations de terrain

7.3.1.1. Lithologie

Les terrains rencontrés sont les suivants :

- Enrobé entre 0 et 10 cm d'épaisseur,
- Remblais sablo-graveleux beiges entre 0,4 et 1,0 m d'épaisseur,
- Présence d'une dalle béton entre 0,5 -1m / 3 m et vers 5,5m au droit de nombreux ouvrages (S1, S2, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S12, S14, S23, S25),
- Argiles brunes à verts plus ou moins sableuses, correspondant à des remblais avec mâchefers sur certains sondages et au terrain naturel sur d'autres, avec cailloutis mm à cm entre 1 et 6,50m.

Des terrains plus marneux sont ponctuellement rencontrés au droit de certain sondages et sur des horizons très limités (<1m) (S1, S11).

Des niveaux d'eaux ont été rencontrés ponctuellement entre 4,5 et 6m de profondeur au droit de S1, S3, S9, S16, S18, S25 et S26.

7.3.1.2. Observations organoleptiques

Des imprégnations noirâtres, des mâchefers, des odeurs d'HCT ainsi que des valeurs importantes au PID ont été relevées au droit des sondages suivants :

Sondage	S2	S3	S8	S9	S10	S11	S13
Odeur	-	HCT 4-5m	-	HCT 3,5m	-	HCT 0-1m	HCT 4-6m
PID (PPM)	0	0	0	0	0	0	27
indices visuels	mâchefers et passage noirâtre entre 3,5 et 4m	mâchefers et passage noirâtre entre 1-2m puis 3-4m	Mâchefers entre 0,5 et 1 m puis entre 4,2 et 4,4m	imprégnation noires huileuses entre 3 et 4,5m	mâchefers entre 1,6 et 2m	mâchefers noires	horizon huileux et noirâtre entre 1,25 et 1,80m puis 4 et 6,50m

Sondage	S14	S16	S18	S20	S21	S24	S25
Odeur	HCT 4-6,5m	-	HCT 3-5,8m	HCT 4,5 - 5m	-	HCT 1-6m	HCT 4-6,5m
PID (PPM)	3,4	0	0	0	0	491	0
indices visuels	imprégnation noire entre 3,10 et 6,50m	mâchefers entre 4 et 4,4m	mâchefers vers 2,5m, argiles imprégnées de noires entre 3,3 et 5,80m	imprégnation noirâtre entre 5 et 6,5m	mâchefers vers 2m	Imprégnations noires entre 1 et 3m mâchefers vers 3,5m	mâchefers vers 1,5m et imprégnations liquides noirâtres (goudrons ?) entre 4 et 6,5m

Sondage	S27	Sw1
Odeur	HCT 5-6m	-
PID (PPM)	0	0
indices visuels	-	mâchefers entre 0,5 et 1m

7.3.1.3. Analyses granulométriques

Les analyses granulométriques en laboratoire ont montré les résultats suivants.

	Unité	S14 0-1m	S14 1-2m	S24 3-4m	S2 4-5m	S25 6-6,5m
Granulométrie						
Argile (< 2 µm)	g/kg MB	37,1	34,2	11,1	16,6	18,6
Limons fins (2 à 20 µm)	g/kg MB	87,6	293,8	43,6	142,7	221,9
Limons grossiers (20 à 50 µm)	g/kg MB	2,1	53	10,1	20,4	78,1
Sables fins (50 à 200 µm)	g/kg MB	134,1	453,5	109,1	127,2	370
Sables grossiers (200 à 2000 µm)	g/kg MB	298,8	163,9	418,2	272,4	200,9
Fraction > 2 mm	g/kg MB	440,3	1,5	408	420,8	110,6
Granulométrie %						
Argile (< 2 µm)	%	3,71	3,42	1,11	1,66	1,86
Limons (2 à 50 µm)	%	8,97	34,68	5,37	16,31	30,00
Sables fins (50 à 200 µm)	%	13,41	45,35	10,91	12,72	37,00
Sables grossiers (200 à 2000 µm)	%	29,88	16,39	41,82	27,24	20,09
Fraction > 2 mm	%	44,03	0,15	40,80	42,08	11,06
		Sable grossier limoneux	Limons sableux	Sable grossier	Limons sableux grossier	Limon argilo- sableux

7.3.2. Résultats des analyses de sol en laboratoire

Les tableaux de résultats présentés pages suivantes font apparaître des valeurs de référence présentées précédemment. Ces valeurs sont utilisées à titre indicatif afin de détecter toute éventuelle anomalie dans les sols.

La dénomination des échantillons analysés fait référence au nom du sondage et à la profondeur échantillonnée. Par exemple l'échantillon S1 (0-1) est représentatif des sols échantillonnés entre 0 et 1 m au droit du sondage S1.

Les valeurs précédées du sigle « < » sont inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (substance non quantifiée).

Les résultats sont présentés de la manière suivante :

- en **gris rouge** pour les paramètres comparables aux critères d'acceptations des terres en ISDI (selon l'arrêté du 12/12/2014),
- en **orange** pour les éléments traces métalliques sur brut comparés au bruit de fond géochimique les Gammes de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies (INRA) ,
- en **jaune** les Gammes de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées (INRA),
- en **vert** pour les éléments traces métalliques sur brut comparés au bruit de fond géochimique = « Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français – Gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries » - Résultats généraux du programme ASPITET (INRA / ASPITET 2000),
- en **gris noir** pour les éléments traces métalliques sur brut comparés aux teneurs RMOQS (Réseau de Mesures de la Qualité des Sols).

Analyses	Unité	"sols ordinaires"	"anomalies naturelles modérées"	"fortes anomalies naturelles"
Arsenic (As)	mg/kg MS	1 à 25	30 à 60	60 à 284
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,05 à 0,45	0,70 à 2	2 à 46,3
Chrome (Cr)	mg/kg MS	10 à 90	90 à 150	150 à 3 180
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	2 à 20	20 à 62	65 à 160
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,02 à 0,1	0,15 à 2,3	-
Plomb (Pb)	mg/kg MS	9 à 50	60 à 90	100 à 10 180
Nickel (Ni)	mg/kg MS	2 à 60	60 à 130	130 à 2 076
Zinc (Zn)	mg/kg MS	10 à 100	100 à 250	250 à 11 426

Tableau 18. Correspondance des résultats analytiques sur les sols (métaux et métalloïdes)

Les bordereaux d'analyse sont présentés en Annexe VIII.

Des commentaires ou non-conformités par rapport au COFRAC sont relevés par le laboratoire. Ils sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Ces commentaires n'ont pas d'influence notable sur les résultats d'analyses.

Tableau 19 : Commentaires ou non-conformités par rapport au COFRAC relevés par le laboratoire

Echantillon / Composé	Exclusion COFRAC	Commentaire
S2 (0-1), S2 (4-5), S3 (2-3), S8 (4-5), S8 (5-5,5), S8 (5,5-6), S9 (4-5), S10 (1-2), S10 (2-3), S10 (4-5), S10 (5-6), S17 (0-1), S18 (0-1), SW1 (0-1), SW1bis (0-1), S21 (1-2), S25 (1-2), S25 (5-6) / pH	pH hors méthode car supérieur à 10	Incidence possible sur le déclassement des terres

Les concentrations maximales relevées en HAP et hydrocarbures totaux détectées dans les sols sont localisées sur les figures suivantes.

Sondage	Unité	Valeurs de référence existantes						S1						S2						S3						S4		S5		S6		
		INRA - Programme Aspit - Bruit de fond			Données européennes - FOREGS 2005	RMQS cellule 2044		S1 0-1m	S1 1-2m	S1 2-3m	S1 3-4m	S1 4-5m	S1 5-6m	S2 0-1m	S2 1-2m	S2 2-3m	S2 3-4m	S2 4-5m	S3 0-1m	S3 1-2m	S3 2-3m	S3 3-4m	S3 4-5m	S3 5-6m	S4 0-1m	S5 0-1m	S6 0-1m	S6 1-2m	S6 2-2,7m			
		soils "ordinaires"	anomalies naturelles modérées	anomalies naturelles fortes																												
Éléments traces (ET) - métaux et métalloïdes																																
Antimoine (Sb)	mg/kg MS				1,53			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2	<1,0	<1,0	<1,0				
Arsenic (As)	mg/kg MS	25	60	284	22			6	6	7	40	5	5	3	7	-	-	4	7	-	41	32	9	10	9	36	2	21	14			
Baryum (Ba)	mg/kg MS				663			53	88	86	35	48	44	22	89	-	-	77	110	-	190	120	99	53	130	640	8	44	82			
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,45	2	46,3	0,31	1,38	0,961	<0,4	<0,4	<0,4	1,9	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	-	-	<0,4	<0,4	-	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4			
Chrome (Cr)	mg/kg MS	90	150	3180	129	152,82	172,65	14	25	24	20	13	14	6	10	-	-	9	23	-	25	20	14	16	17	24	3	14	22			
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	20	62	160	34,8	51,15	50,97	9	10	10	120	7	7	5	36	-	-	21	14	-	63	42	21	7	45	110	4	10	10			
Mercurie (Hg)	mg/kg MS	0,1	2,3		0,071			<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	-	-	<0,1	<0,1	-	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Molybdène (Mo)	mg/kg MS				1,56	3,26	2,85	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2	-	-	2	<1,0	-	2	2	<1,0	<1,0	2	13	<1,0	<1,0	<1,0			
Nickel (Ni)	mg/kg MS	60	130	2076	58,5	94,4	98,85	14	15	16	36	10	14	6	32	-	-	13	17	-	19	17	13	15	23	62	4	14	16			
Plomb (Pb)	mg/kg MS	50	90	10180	36,4	79,85	50,07	43	13	17	78	<10	<10	<10	80	-	-	14	17	-	80	40	26	<10	130	120	<10	24	21			
Sélénium (Se)	mg/kg MS	0,7	2	4,5				<1,0	<1,0	<1,0	2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-	<1,0	<1,0	-	3	2	<1,0	<1,0	<1,0	2	<1,0	<1,0	<1,0			
Zinc (Zn)	mg/kg MS	100	250	11426	107	233,8	213,5	32	43	43	480	30	28	25	31	-	-	18	57	-	180	93	78	29	470	100	17	33	37			

Sondage	Unité	Valeurs de référence existantes						S7						S8						S9						S10						S11						
		INRA - Programme Aspit - Bruit de fond			Données européennes - FOREGS 2005	RMQS cellule 2044		S7 0-1m	S7 1-2m	S7 2-3m	S7 3-4m	S7 4-5m	S7 5-5,5m	S8 0-1m	S8 1-3m	S8 3-4m	S8 4-5m	S8 5-5,5m	S8 5-5,6m	S9 0-1m	S9 1-2m	S9 2-3m	S9 3-4m	S9 4-5m	S9 5-6m	S10 0-1m	S10 1-2m	S10 2-3m	S10 3-4m	S10 4-5m	S10 5-6m	S11 0-1m	S11 1-2m	S11 2-3m	S11 3-4m	S11 4-5m	S11 5-6m	
		soils "ordinaires"	anomalies naturelles modérées	anomalies naturelles fortes																																		
Éléments traces (ET) - métaux et métalloïdes																																						
Antimoine (Sb)	mg/kg MS				1,53			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	12	<1,0	<1,0	<1,0	4	2	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	3	<1,0	<1,0	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Arsenic (As)	mg/kg MS	25	60	284	22			11	10	5	6	5	8	120	8	5	6	29	13	15	8	8	29	6	9	3	8	5	3	6	7	4	11	5	4	6	6	
Baryum (Ba)	mg/kg MS				663			130	54	50	43	39	42	590	100	48	71	110	52	100	53	150	130	44	900	6	42	29	34	35	33	91	36	35	25	48	46	
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,45	2	46,3	0,31	1,38	0,961	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Chrome (Cr)	mg/kg MS	90	150	3180	129	152,82	172,65	19	18	16	15	13	15	32	18	15	9	11	8	16	19	15	14	11	18	3	10	8	5	12	7	9	8	9	8	20	16	
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	20	62	160	34,8	51,15	50,97	24	8	8	7	7	8	220	18	7	10	21	7	39	8	14	20	18	37	4	12	7	5	16	7	29	20	8	5	9	7	
Mercurie (Hg)	mg/kg MS	0,1	2,3		0,071			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,2	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Molybdène (Mo)	mg/kg MS				1,56	3,26	2,85	2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	9	2	<1,0	1	2	<1,0	1	<1,0	<1,0	1	<1,0	2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	<1,0	2	3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Nickel (Ni)	mg/kg MS	60	130	2076	58,5	94,4	98,85	33	18	15	14	12	14	70	20	14	10	25	12	19	18	16	17	12	29	6	8	9	6	8	7	21	13	9	7	18	16	
Plomb (Pb)	mg/kg MS	50	90	10180	36,4	79,85	50,07	21	15	<10	<10	<10	<10	1000	54	<10	53	170	72	130	12	50	100	51	110	<10	39	15	<10	20	19	36	34	28	19	<10	<10	
Sélénium (Se)	mg/kg MS	0,7	2	4,5				<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	4	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Zinc (Zn)	mg/kg MS	100	250	11426	107	233,8	213,5	33	31	31	28	24	28	510	33	26	22	18	14	100	32	35	74	46	51	23	65	32	28	47	42	30	47	24	20	36	29	

Sondage	Unité	Valeurs de référence existantes						S12						S13						S14						S15						S16						S17	
		INRA - Programme Aspit - Bruit de fond			Données européennes - FOREGS 2005	RMQS cellule 2044		S12 0-1m	S12 1-2m	S12 2-2,8m	S13 0-1m	S13 1-2m	S13 3-4m	S13 5-6m	S14 0-1m	S14 1-2m	S14 2-3m	S14 3-4m	S14 4-5m	S14 5-6m	S15 0-1m	S15 1-2m	S15 2-3m	S15 3-4m	S15 4-5m	S15 5-6m	S16 0-1m	S16 1-2m	S16 2-3m	S16 3-4m	S16 4-5m	S16 5-6m	S17 0-1m	S17 1-2m					
		soils "ordinaires"	anomalies naturelles modérées	anomalies naturelles fortes																																			
Éléments traces (ET) - métaux et métalloïdes																																							
Antimoine (Sb)	mg/kg MS				1,53			<1,0	<1,0	<1,0	3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	17	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0				
Arsenic (As)	mg/kg MS	25	60	284	22			7	7	7	30	7	6	7	24	5	6	7	5	6	6	6	6	6	5	6	13	74	6	10	3	2	10						
Baryum (Ba)	mg/kg MS				663			58	60	53	250	43	44	47	140	43	46	47	53	41	51	43	37	46	41	38	74	64	110	48	48	36	28	48					
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,45	2	46,3	0,31	1,38	0,961	<0,4	<0,4	<0,4	0,9	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4		
Chrome (Cr)	mg/kg MS	90	150	3180	129	152,82	172,65	25	19	27	11	8	19	19	14	10	13	14	18	14	6	15	15	20	16	18	8	11	19	17	12	19	26						
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	20	62	160	34,8	51,15	50,97	6	11	8	68	7	18	20	48	7	13	8	9	6	18	11	11	9	7	8	15	16	100	10	11	7	6	12					
Mercurie (Hg)	mg/kg MS	0,1	2,3		0,071			<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,2	<0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Molybdène (Mo)	mg/kg MS				1,56	3,26	2,85	<1,0	<1,0	<1,0	3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
Nickel (Ni)	mg/kg MS	60	130	2076	58,5	94,4	98,85	13	21	17	27	7	15	16	31	12	14	14	19	13	9	15	15	18	15	14	12	8	24	19	17	9	8	18					
Plomb (Pb)	mg/kg MS	50	90	10180	36,4	79,85	50,07	21	25	16	1600	150	100	110	88	14	26	<10	<10	<10	<10	100	15	<10	11	<10	<10	74	63	680	13	48	15	<10	30				
Sélénium (Se)	mg/kg MS	0,7	2	4,5				<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
Zinc (Zn)	mg/kg MS	100																																					

Sondage	Unité	Valeurs de référence existantes						S18						S19			S20						S21		S22		S23	S24												
		INRA - Programme Aspitet - Bruit de fond			Données européennes - FOREGS 2005	RMQS cellule 2044		S18 0-1m	S18 1-2m	S18 2-3m	S18 3-4m	S18 4-5m	S18 5-6m	S19 0-1m	S19 1-2m	S19 2-3m	S20 0-1m	S20 1-2m	S20 2-3m	S20 3-4m	S20 4-5m	S20 5-6m	S21 0-1m	S21 1-2m	S22 0-1m	S22 1-2m	S23 0-1m	S24 0-1m	S24 1-2m	S24 2-3m										
		Valeurs nationales				0-0,3 m de prof.	0,3-0,5 m de prof.																																	
Nom de l'échantillon		soils "ordinaires"	anomalies naturelles modérées	anomalies naturelles fortes																																				
Éléments traces (ET) - métaux et métalloïdes																																								
Antimoine (Sb)	mg/kg MS			1,53			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Arsenic (As)	mg/kg MS	25	60	284	22		6	11	5	6	4	6	2	4	5	6	6	5	6	5	8	1	3	5	8	4	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Baryum (Ba)	mg/kg MS				663		39	38	36	39	40	39	4	9	34	79	43	41	39	39	41	3	19	30	39	48	77	210	52											
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,45	2	46,3	0,31	1,38	0,961	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Chrome (Cr)	mg/kg MS	90	150	3180	129	152,82	172,65	8	14	13	14	13	2	5	15	9	13	12	16	14	13	2	6	14	13	6	9	14	13											
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	20	62	160	34,8	51,15	50,97	23	11	8	9	9	3	5	8	17	16	9	8	7	6	3	4	7	10	10	17	26	12											
Mercurure (Hg)	mg/kg MS	0,1	2,3		0,071			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Molybdène (Mo)	mg/kg MS				1,56	3,26	2,85	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Nickel (Ni)	mg/kg MS	60	130	2076	58,5	94,4	98,85	8	14	12	15	13	4	7	15	10	15	14	15	14	15	4	5	9	12	9	9	17	11											
Plomb (Pb)	mg/kg MS	50	90	10180	36,4	79,85	50,07	19	16	16	10	18	17	<10	<10	13	24	41	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	24	19	44	130	890	35								
Sélénium (Se)	mg/kg MS	0,7	2	4,5				<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0		
Zinc (Zn)	mg/kg MS	100	250	11426	107	233,8	213,5	42	35	30	29	32	30	15	24	30	59	35	25	30	27	23	15	20	35	36	30	76	82	32										

Sondage	Unité	Valeurs de référence existantes						S25						S26						S27						SW1	SW1bis	Pz5											
		INRA - Programme Aspitet - Bruit de fond			Données européennes - FOREGS 2005	RMQS cellule 2044		S25 0-1m	S25 1-2m	S25 2-3m	S25 3-4m	S25 4-5m	S25 5-6m	S26 0-1m	S26 1-2m	S26 2-3m	S26 3-4m	S26 4-5m	S26 5-6m	S27 0-1m	S27 1-2m	S27 2-3m	S27 3-4m	S27 4-5m	S27 5-6m	SW1 0-1m	SW1bis 0-1m	Pz5 5-6m	Pz5 6-7m	Pz5 7-8m									
		Valeurs nationales				0-0,3 m de prof.	0,3-0,5 m de prof.																																
Nom de l'échantillon		soils "ordinaires"	anomalies naturelles modérées	anomalies naturelles fortes																																			
Éléments traces (ET) - métaux et métalloïdes																																							
Antimoine (Sb)	mg/kg MS			1,53			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Arsenic (As)	mg/kg MS	25	60	284	22		6	7	6	6	5	6	6	6	8	6	5	4	9	5	3	4	3	4	5	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Baryum (Ba)	mg/kg MS				663		31	48	58	46	33	43	150	42	46	41	40	39	75	54	24	44	16	34	230	110	45	42	43										
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,45	2	46,3	0,31	1,38	0,961	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Chrome (Cr)	mg/kg MS	90	150	3180	129	152,82	172,65	6	13	14	15	12	13	11	12	16	15	13	15	9	6	9	5	12	10	13	15	14	16										
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	20	62	160	34,8	51,15	50,97	9	15	21	9	5	8	20	12	8	8	13	5	18	10	4	7	4	6	11	22	7	9	7									
Mercurure (Hg)	mg/kg MS	0,1	2,3		0,071			<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Molybdène (Mo)	mg/kg MS				1,56	3,26	2,85	<1,0	<1,0	1	<1,0	<1,0	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0		
Nickel (Ni)	mg/kg MS	60	130	2076	58,5	94,4	98,85	8	14	11	18	14	12	13	14	17	16	15	13	15	10	6	9	5	11	11	13	15	13	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Plomb (Pb)	mg/kg MS	50	90	10180	36,4	79,85	50,07	15	74	120	11	<10	170	70	26	<10	<10	<10	<10	140	58	11	29	24	14	81	170	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Sélénium (Se)	mg/kg MS	0,7	2	4,5				<1,0	<1,0	<1,0	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Zinc (Zn)	mg/kg MS	100	250	11426	107	233,8	213,5	36	30	29	34	23	27	79	30	32	30	29	22	64	31	15	25	18	23	140	70	27	28	29									

Tableau 20 : Résultats d'analyses en métaux lourds obtenus sur les sols

Sondage	Unité	Valeurs Seuil ISDI	S10								S11								S12			S13							
			S10 0-1m	S10 1-2m	S10 2-3m	S10 3-4m	S10 4-5m	S10 5-6m	S10 6-6,5m	S11 0-1m	S11 1-2m	S11 2-3m	S11 3-4m	S11 4-5m	S11 5-6m	S11 6-6,5m	S12 0-1m	S12 1-2m	S12 2-2,8m	S13 0-1m	S13 1-2m	S13 2-3m	S13 3-4m	S13 4-5m	S13 5-6m	S13 6-6,5m			
Caractéristiques physico-chimiques sur brut																													
Matière sèche (MS)	%		97,9	85,6	95,5	96,7	97,1	97,4	96,5																				
COT sur brut	mg/kg MS	30000	12000	20000	16000	15000	14000	14000																					
Hydrocarbures totaux (HCT)																													
Somme des C5	mg/kg MS																												
Somme des C6	mg/kg MS																												
Somme des C7	mg/kg MS																												
Somme des C8	mg/kg MS																												
Somme des C9	mg/kg MS																												
Somme des C10	mg/kg MS																												
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS																												
Fraction C10-C12	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20		
Fraction C12-C16	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20		
Fraction C16-C21	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20		
Fraction C21-C35	mg/kg MS		<20	<20	48	56	87	91	130	98	750	27	130	330	<20	110	<20	37	<20	74	49	<20	<20	<20	<20	<20	<20		
Fraction C35-C40	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	22	25	33	<20	110	<20	41	54	<20	23	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20		
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	500	<20	<20	68	100	120	130	190	130	1000	51	210	420	<20	180	<20	60	<20	100	62	<20	<20	<20	<20	<20	66		
Composés (mono-)aromatiques volatils (CAV)																													
Benzène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Toluène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Ethylbenzène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
m,p-Xylène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
o-Xylène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Somme BTEX	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Isopropylbenzène (Cumène)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudo-Cumène)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
o-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Somme CAV	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																													
Naphthalène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,58	<0,05	0,06	0,16	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,34	0,69	1,7	
Acénaphthylène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	0,08	0,09	0,21	0,2	0,29	0,45	1,8	<0,05	0,16	0,27	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,41	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	0,09	0,38	
Acénaphthène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,14	0,21	0,11	0,23	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,43	1,5	
Fluorène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	0,75	0,16	0,56	0,12	<0,05	0,47	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,41	1,3		
Phénanthrène	mg/kg MS		<0,05	0,28	0,09	0,12	0,1	0,11	0,2	0,74	7,8	1,3	4,8	2	<0,05	5,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,98	0,3	<0,05	<0,05	<0,05	0,68	3,2		
Anthracène	mg/kg MS		<0,05	0,07	0,14	0,17	0,34	0,33	0,48	0,53	3,8	0,69	3,3	0,79	<0,05	2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,5	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	0,18	1		
Fluoranthène *	mg/kg MS		<0,05	0,37	0,32	0,4	0,79	0,77	1,1	1,3	17	0,87	3,6	4,1	<0,05	3,7	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,8	1	<0,05	<0,05	<0,05	0,18	0,99		
Pyrrène	mg/kg MS		<0,05	0,28	0,28	0,35	0,72	0,69	1	1,5	17	0,64	2,5	3,3	<0,05	2,6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,5	0,93	0,05	<0,05	<0,05	0,22	1,2		
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		<0,05	0,15	0,22	0,26	0,6	0,56	0,84	1,1	14	0,57	2,3	4,6	<0,05	2,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,7	1,2	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	0,42		
Chrysène	mg/kg MS		<0,05	0,14	0,19	0,23	0,49	0,47	0,69	1	11	0,49	1,9	3,7	<0,05	2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,5	1	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	0,31		
Benzo(b)fluoranthène *	mg/kg MS		<0,05	0,23	0,35	0,35	0,76	0,71	1	4,5	33	1	4,3	15	0,11	3,7	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,7	2,1	0,14	<0,05	<0,05	0,12	0,31		
Benzo(k)fluoranthène *	mg/kg MS		<0,05	0,08	0,14	0,14	0,3	0,29	0,42	1,7	14	0,39	1,7	5,8	<0,05	1,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1	0,93	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,13		
Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS		<0,05	0,12	0,22	0,24	0,54	0,49	0,74	3,3	24	0,78	3,5	12	0,09	3,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,1	1,6	0,1	<0,05	<0,05	0,1	0,33		
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,07	<0,05	<0,13	<0,12	<0,17	<1,3	<3,5	<0,2	<0,76	<2,5	<0,05	<0,67	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,38	<0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène *	mg/kg MS		<0,05	0,12	0,19	0,19	0,35	0,32	0,49	3,9	18	0,59	2,7	9,5	<0,05	2,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,7	1,1	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	0,12		
Benzo(g,h,i)perylene *	mg/kg MS		<0,05	0,12	0,19	0,18	0,33	0,31	0,48	4,1	17	0,59	2,4	8,5	0,06	2,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,6	1,1	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	0,12		
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kg MS	50	<0,1	2	2,4	2,7	5,5	5,2	7,8	24,1	179,5	8,1	34	70,2	0,38	31,7	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	19,4	11,8	0,51	<0,1	<0,1	0,44	3,3	13	
Composés Organo-Chlorés Aliphatiques Volatils																													
Tétrachloroéthylène (Perchloroéthylène - PC)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Trichloroéthylène (TCE)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Cis-1,2-Dichloroéthène (cis-1,2-DCE)	mg/kg MS		<0,1	<0,1																									

Sondage	Unité	Valeurs Seuil ISDI	S14						S15						S16						S17						
			S14 0-1m	S14 1-2m	S14 2-3m	S14 3-4m	S14 4-5m	S14 5-6m	S14 6-6.5m	S15 0-1m	S15 1-2m	S15 2-3m	S15 3-4m	S15 4-5m	S15 5-6m	S15 6-6.5m	S16 0-1m	S16 1-2m	S16 2-3m	S16 3-4m	S16 4-6m	S16 5-6m	S16 6-6.5m	S17 0-1m	S17 1-2m	S17 2-20m	
Caractéristiques physico-chimiques sur brut																											
Matière sèche (MS)	%		78.4	86.8	83.9	80.7	79.2	76.8	78																		
COT sur brut	mg/kg MS	30000	38000	16000	17000	22000	17000	16000		24000	11000	11000	16000	14000	12000												
Hydrocarbures totaux (HCT)																											
Somme des C5	mg/kg MS								<1.5																	<1.5	
Somme des C6	mg/kg MS								<1.5																		<1.5
Somme des C7	mg/kg MS								<1.5																		<1.5
Somme des C8	mg/kg MS								<1.5																		<1.5
Somme des C9	mg/kg MS								<1.5																		<1.5
Somme des C10	mg/kg MS								<1.5																		<1.5
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS								<10.0																		<10.0
Fraction C10-C12	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
Fraction C12-C16	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
Fraction C16-C21	mg/kg MS		36	20	20	20	20	20	20	84	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Fraction C21-C35	mg/kg MS		410	20	20	20	20	20	20	200	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Fraction C35-C40	mg/kg MS		36	20	20	20	20	20	20	27	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	500	500	20	20	20	20	20	20	290	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Composés (mono-)aromatiques volatils (CAV)																											
Benzène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Toluène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Ethylbenzène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
m,p-Xylène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
o-Xylène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Somme BTEX	mg/kg MS	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Isopropylbenzène (Cumène)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudo-Cumène)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
o-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Somme CAV	mg/kg MS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																											
Naphthalène	mg/kg MS		<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	5.1	4	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.13	0.13	0.15	<0.05	0.08	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Acénaphthylène	mg/kg MS		1.3	<0.05	<0.05	<0.05	0.09	0.25	0.27	0.68	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.64	0.39	0.5	<0.05	0.36	0.42	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Acénaphthène	mg/kg MS		<0.3	<0.05	<0.05	0.11	1	0.26	0.19	0.19	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Fluorène	mg/kg MS		<0.3	<0.05	<0.05	<0.05	0.56	0.17	0.21	0.11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.17	0.08	0.1	<0.05	0.13	0.18	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Phénanthrène	mg/kg MS		1.2	<0.05	<0.05	<0.05	0.09	<0.05	0.1	1.8	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.8	1.8	2.7	<0.05	4	3.4	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Anthracène	mg/kg MS		0.96	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.85	0.89	1.2	<0.05	0.98	0.79	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Fluoranthène *	mg/kg MS		3.3	0.15	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	6.7	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.08	4.5	6.1	10	<0.05	7.6	3.4	<0.05	<0.05	<0.05	
Pyrrène	mg/kg MS		5.1	0.16	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	6	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06	4.1	5.1	7.5	<0.05	6.4	2.7	<0.05	<0.05	<0.05	
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		5.6	0.33	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	4.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	3	4.9	4.5	<0.05	3	1.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Chrysenes	mg/kg MS		5	0.25	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	3.4	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	2.5	4	3.6	<0.05	2.5	0.95	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Benzo(b)fluoranthène *	mg/kg MS		24	0.63	0.13	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	7.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.09	4.7	7.5	6	<0.05	4.2	1.3	<0.05	<0.05	<0.05	
Benzo(k)fluoranthène *	mg/kg MS		9.9	0.28	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	2.7	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.8	2.6	2.3	<0.05	1.6	0.51	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Benzo(a)pyrrène *	mg/kg MS		15	0.45	0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	5.8	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06	3.8	5.2	4.6	<0.05	3.3	1	<0.05	<0.05	<0.05	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0.4	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<1.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Indeno(1,2,3-c,d)pyrrène *	mg/kg MS		14	0.29	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	4.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	2.6	4.2	3.5	<0.05	2.3	0.63	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Benzo(g,h,i)perylene *	mg/kg MS		13	0.26	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	4.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	2.9	4.4	3.5	<0.05	2.7	0.66	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kg MS	50	98.7	2.8	0.37	0.11	1.8	5.8	4.7	48.5	-	-	-	-	-	0.29	33.5	47.3	50.6	-	30.2	17	-	-	-	-	
Composés Organo-Chlorés Aliphatiques Volatils																											
Tétrachloroéthylène (Perchloroéthylène - PC)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Trichloroéthylène (TCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Cis-1,2-Dichloroéthène (cis-1,2-DCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Trans-1,2-Dichloroéthène (trans-1,2-DCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
1,1-Dichloroéthylène (1,1-DCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1																					

Sondage	Unité	Valeurs Seuil ISDI	S18						S19			S20						S21			S22			S23					
			S18 0-1m	S18 1-2 m	S18 2-3m	S18 3-4m	S18 4-5m	S18 5-6m	S19 0-1m	S19 1-2m	S19 2-3m	S20 0-1m	S20 1-2m	S20 2-3m	S20 3-4m	S20 4-5m	S20 5-6m	S20 6-6,5m	S21 0-1m	S21 1-2m	S21 2-2,20m	S22 0-1m	S22 1-2m	S22 2-2,20m	S23 0-1m				
Caractéristiques physico-chimiques sur brut																													
Matière sèche (MS)	%		95,8	89,9	85,5	80,4	80,8	79,9	86	99,4	86	87,3	86,5	83,6	80,4	79,7	79,2	83,9	84	83	81,1	82	84,2	85,4					
COT sur brut	mg/kg MS	30000	16000	15000	15000	14000	15000	23000	13000	940	14000	19000	15000	11000	15000	17000	9000	29000	19000	83	24000	17000	84,2	17000					
Hydrocarbures totaux (HCT)																													
Somme des C5	mg/kg MS																												
Somme des C6	mg/kg MS																												
Somme des C7	mg/kg MS																												
Somme des C8	mg/kg MS																												
Somme des C9	mg/kg MS																												
Somme des C10	mg/kg MS																												
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS																												
Fraction C10-C12	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20				
Fraction C12-C16	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20				
Fraction C16-C21	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	58				
Fraction C21-C35	mg/kg MS		160	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	34	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	180				
Fraction C35-C40	mg/kg MS		100	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	37				
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	500	270	26	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	48	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	270				
Composés (mono-)aromatiques volatils (CAV)																													
Benzène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Toluène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Ethylbenzène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
m,p-Xylène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
o-Xylène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Somme BTEX	mg/kg MS	6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Isopropylbenzène (Cumène)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudo-Cumène)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
o-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Somme CAV	mg/kg MS		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (H)																													
Naphthalène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	4,1			
Acénaphthylène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5,6		
Acénaphthène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,85			
Fluoranthène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5,5		
Phénanthrène	mg/kg MS		0,06	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,1	5,6	
Anthracène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,1		
Fluoranthène *	mg/kg MS		0,15	0,2	0,11	0,09	0,17	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,54	<0,05	<0,05	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,17	8,8	
Pyrrène	mg/kg MS		0,14	0,19	0,09	0,06	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,53	<0,05	<0,05	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,13	0,15	7	
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		0,08	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,36	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,08	5,6	
Chrysené	mg/kg MS		0,07	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,33	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,07	4,5	
Benzo(b)fluoranthène *	mg/kg MS		0,14	0,17	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,64	0,07	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,13	7,1	
Benzo(k)fluoranthène *	mg/kg MS		0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,25	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,9		
Benzo(a)pyrrène *	mg/kg MS		0,1	0,13	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,46	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,1	5,5	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Indéno(1,2,3-c,d)pyrrène *	mg/kg MS		0,06	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,38	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,08	3,6
Benzo(g,h,i)perylène *	mg/kg MS		0,07	0,09																									

Sondage	Unité	Valeurs Seuil ISDI	S24				S25						S26							
			S24 0-1m	S24 1-2m	S24 2-3m	S24 3-4m	S25 0-1m	S25 1-2m	S25 2-3m	S25 3-4m	S25 4-5m	S25 5-6m	S25 6-6,5m	S26 0-1m	S26 1-2m	S26 2-3m	S26 3-4m	S26 4-5m	S26 5-6m	S26 6-6,5m
Caractéristiques physico-chimiques sur brut																				
Matière sèche (MS)	%		92.8	88	88.4	86.7	94.2	87.1	87.3	80.4	79.2	83.3	76.4	87.7	85.6	81.6	84.9	78.7	80.2	80.2
COT sur brut	mg/kg MS	3000	4700	18000	35000		22000	12000	17000	24000	19000	23000		27000	11000	16000	14000	14000	10000	
Hydrocarbures totaux (HCT)																				
Somme des C5	mg/kg MS				<1.5															<1.5
Somme des C6	mg/kg MS				<1.5															<1.5
Somme des C7	mg/kg MS				4.61															<1.5
Somme des C8	mg/kg MS				<1.5							5.24								<1.5
Somme des C9	mg/kg MS				18.5							2.62								<1.5
Somme des C10	mg/kg MS				45							43.2								<1.5
Indice hydrocarbone (C5-C10)	mg/kg MS				68.1							51								<10.0
Fraction C10-C12	mg/kg MS		<20	<20	<20	750	<20	<20	<20	300	290	530	380	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Fraction C12-C16	mg/kg MS		<20	24	<20	910	<20	<20	<20	830	440	840	590	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Fraction C16-C21	mg/kg MS		<20	110	59	1300	<20	<20	180	1200	540	1100	750	78	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Fraction C21-C35	mg/kg MS		41	270	230	1200	70	25	740	1200	530	1100	780	270	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Fraction C35-C40	mg/kg MS		27	25	49	80	24	<20	49	72	34	78	52	66	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	500	75	430	340	4200	100	36	1000	3700	1900	3600	2500	430	<20	<20	<20	<20	<20	30
Composés (mono-)aromatiques volatils (CAV)																				
Benzène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	4.80	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	0.52	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Toluène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	8.2	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	1.3	0.24	1.7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ethylbenzène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	0.69	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	1	0.36	1.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
m,p-Xylène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	7.5	<0.1	<0.1	<0.1	2.4	7.6	1.8	5.8	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
o-Xylène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	2.8	<0.1	<0.1	<0.1	1.7	3	0.84	2.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Somme BTEX	mg/kg MS	6	<1	<1	<1	23.99	<1	<1	<1	4.10	12.90	3.00	11.62	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Isopropylbenzène (Cumène)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	0.13	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudo-Cumène)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	2.2	<0.1	<0.1	<0.1	7.2	5.3	2.2	3.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	1.4	<0.1	<0.1	<0.1	4.2	2.5	1.1	1.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	1.3	<0.1	<0.1	<0.1	4.6	3.4	1.4	2.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	0.35	<0.1	<0.1	<0.1	1.6	1	0.48	0.65	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Somme CAV	mg/kg MS		<1	<1	<1	29	<1	<1	<1	22	25	8.4	20	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																				
Naphthalène	mg/kg MS		<0.05	3.4	0.4	46	<0.05	<0.05	<0.5	116	152	252	196	0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphthylène	mg/kg MS		0.06	2.3	1.1	8.4	0.11	0.13	4.8	47	32	49	39	1.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphthène	mg/kg MS		<0.05	<0.5	<0.05	1.3	<0.05	<0.05	<0.5	11	4.9	9.4	6.9	0.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fluorène	mg/kg MS		<0.05	1.7	0.19	6.1	<0.05	<0.05	<0.5	34	18	31	24	1.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS		0.24	9.4	1.8	20	0.2	0.14	7.2	109	53	104	71	7.3	0.11	<0.05	<0.05	0.15	<0.05	0.26
Anthracène	mg/kg MS		0.05	4.2	1.4	6	0.12	0.14	6.9	35	16	30	21	2.7	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.1
Fluoranthène *	mg/kg MS		0.34	14	7.6	13	0.55	0.76	32	73	35	60	46	10	0.14	<0.05	<0.05	0.18	<0.05	0.4
Pyrène	mg/kg MS		0.39	13	7.7	9.1	0.52	0.78	29	55	25	44	33	8	0.13	<0.05	<0.05	0.14	<0.05	0.32
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		0.15	8.8	5.2	3.9	0.44	0.69	25	20	8.3	16	12	5.6	0.09	<0.05	<0.05	0.06	<0.05	0.16
Chrysène	mg/kg MS		0.16	6.8	4.4	3	0.39	0.55	19	15	6.2	12	8.1	4.4	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.14
Benzo(b)fluoranthène *	mg/kg MS		0.27	11	8.6	3.9	1	0.8	45	21	8.7	16	12	9.6	0.14	<0.05	<0.05	0.09	<0.05	0.19
Benzo(k)fluoranthène *	mg/kg MS		0.11	5	3.5	1.5	0.39	0.34	18	8	3.3	6.1	4.2	3.6	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.07
Benzo(a)pyrène *	mg/kg MS		0.18	8.8	6.4	3.5	0.91	0.62	30	17	7.1	13	9.8	8.2	0.11	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	0.16
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0.05	<1.7	<1.4	<0.43	<0.2	<0.13	<2.4	<1.5	<0.58	<1.3	<0.88	<1.3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène *	mg/kg MS		0.14	5.5	4.9	2	0.83	0.31	22	10	4.3	7.6	5.6	5.8	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.09
Benzo(g,h,i)perylene *	mg/kg MS		0.15	4.9	4.6	2	0.91	0.3	19	10	4.3	7.7	5.6	5.8	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.09
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kg MS	50	2.3	96.1	57.8	129.1	6.4	5.6	258.3	581.1	377.9	656.6	493.5	74.3	0.99	<1	<1	0.7	<1	2
Composés Organo-Chlorés Aliphatiques Volatils																				
Tétrachloroéthylène (Perchloroéthylène - PCP)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Trichloroéthylène (TCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cis-1,2-Dichloroéthène (cis-1,2-DCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Trans-1,2-Dichloroéthène (trans-1,2-DCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1-Dichloroéthylène (1,1-DCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Chlorure de Vinyle (CV)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1,1-Trichloroéthane (1,1,1-TCA)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1-Dichloroéthane (1,1-DCA)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Trichlorométhane (Chloroforme - TCM)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dichlorométhane (DCM)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1.0	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Somme COHV - 11	mg/kg MS		<1	<1	0.11	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Polychlorobiphényles (PCB)																				
PCB (28)	mg/kg MS		<0.01	<																

Sondage	Unité	Valeurs Seuil ISDI	S27							SW1	SW1Bis	P25				
			S27 0-1m	S27 1-2m	S27 2-3m	S27 3-4m	S27 4-5m	S27 5-6m	S27 6-6,5m	SW1 0-1m	SW1Bis 0-1m	P25 5-6m	P25 6-7m	P25 7-8m	P25 8-9m	P25 9-10m
Caractéristiques physico-chimiques sur brut																
Matière sèche (MS)	%		96.4	99.3	95.6	96.3	97.8	79.4	83.8	83.4	96.6	82.5	86.5	82.1	83.9	84.4
COT sur brut	mg/kg MS	3000	15000	20000	16000	14000	21000	13000		23000	26000	21000	21000	25000		
Hydrocarbures totaux (HCT)																
Somme des C5	mg/kg MS															
Somme des C6	mg/kg MS															
Somme des C7	mg/kg MS															
Somme des C8	mg/kg MS															
Somme des C9	mg/kg MS															
Somme des C10	mg/kg MS															
Indice hydrocarbure (C5-C10)	mg/kg MS															
Fraction C10-C12	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Fraction C12-C16	mg/kg MS		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Fraction C16-C21	mg/kg MS		21	<20	23	<20	<20	<20	<20	190	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Fraction C21-C35	mg/kg MS		84	31	120	34	<20	39	<20	240	65	<20	59	29	49	25
Fraction C35-C40	mg/kg MS		<20	<20	49	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	500	110	54	190	51	<20	55	<20	470	85	<20	75	39	64	31
Composés (mono-)aromatiques volatils (CAV)																
Benzène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.48	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Toluène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.36	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ethylbenzène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
m,p-Xylène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
o-Xylène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Somme BTEX	mg/kg MS		-	-	-	-	-	-	-	0.84	-	<0.1	<0.2	<0.3	<0.4	<0.5
Isopropylbenzène (Cumène)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,2,4-Triméthylbenzène (pseudo-Cumène)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Somme CAV	mg/kg MS		-	-	-	-	-	-	-	0.84	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																
Naphthalène	mg/kg MS		0.05	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphthylène	mg/kg MS		0.46	0.09	0.33	0.09	<0.05	0.1	<0.05	2	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Acénaphthène	mg/kg MS		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.6	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fluorène	mg/kg MS		0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	3.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS		1.7	0.35	1.8	0.5	0.05	0.35	0.11	29	0.4	<0.05	0.1	0.1		
Anthracène	mg/kg MS		0.77	0.15	0.71	0.19	<0.05	0.18	0.06	11	0.06	<0.05	0.1	0.09		
Fluoranthène *	mg/kg MS		3.1	0.64	3	0.93	0.13	0.97	0.3	30	0.72	0.11	0.61	0.46		
Pyrrène	mg/kg MS		2.8	0.54	2.5	0.78	0.12	0.86	0.29	22	0.57	0.11	0.61	0.45		
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS		2.6	0.56	2.3	0.89	0.14	0.98	0.3	13	0.22	0.07	0.43	0.34		
Chrysène	mg/kg MS		2.1	0.45	1.9	0.78	0.13	0.93	0.26	10	0.3	<0.05	0.25	0.22		
Benzo(b)fluoranthène *	mg/kg MS		4.6	0.87	3.2	1.7	0.27	1.6	0.53	12	0.55	0.1	0.45	0.37		
Benzo(k)fluoranthène *	mg/kg MS		1.8	0.36	1.3	0.63	0.1	0.6	0.2	5.5	0.22	<0.05	0.18	0.16		
Benzo(a)pyrrène *	mg/kg MS		3.4	0.65	2.3	1.1	0.17	0.98	0.37	9.4	0.37	0.07	0.37	0.33		
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Indeno(1,2,3-c,d)pyrrène *	mg/kg MS		2.8	0.46	1.7	0.79	0.11	0.64	0.25	4.8	0.33	<0.05	0.16	0.15		
Benzo(g,h,i)pyrrène *	mg/kg MS		2.9	0.48	1.7	0.85	0.12	0.64	0.26	4.4	0.34	<0.05	0.16	0.15		
Somme des 16 HAP (EPA)	mg/kg MS	50	29	5.6	22.8	9.2	1.4	8.9	2.9	156.4	4.1	0.46	3.4	2.8		
Composés Organo-Chlorés Aliphatiques Volatils																
Tétrachloroéthylène (Perchloroéthylène - PCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Trichloroéthylène (TCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cis-1,2-Dichloroéthylène (cis-1,2-DCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Trans-1,2-Dichloroéthylène (trans-1,2-DCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1-Dichloroéthylène (1,1-DCE)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Chlorure de Vinyle (CV)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1,1-Trichloroéthane (1,1,1-TCA)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1-Dichloroéthane (1,1-DCA)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Trichlorométhane (Chloroforme - TCM)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Dichlorométhane (DCM)	mg/kg MS		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Somme COHV - 11	mg/kg MS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychlorobiphényles (PCB)																
PCB (28)	mg/kg MS		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PCB (52)	mg/kg MS		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PCB (101)	mg/kg MS		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PCB (118)	mg/kg MS		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PCB (138)	mg/kg MS		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PCB (153)	mg/kg MS		0.031	<0.01	0.021	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PCB (180)	mg/kg MS		0.031	<0.01	0.021	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Somme des 7 PCB (congénères)	mg/kg MS	1	0.083	-	0.063	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyanures																
Cyanures aisément libérables	mg/kg MS	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cyanures totaux	mg/kg MS	-	2.7	0.3	<0.1	0.21	0.1	2.3		0.24	0.1	4.6	3.2	3.8	2.1	0.95
Caractéristiques physico-chimiques sur éluat																
Masse échantillon total < 2 kg	g	-	100	130	95	91	130	81		96	89	70	130	81		
U/S cumulé	g	-	20	21	20	21	20	21		20	20	20	20	20		
refus >4mm	g	-	62	67	42	57	89	65		42	49	56	110	66		
pH éluat	-	-	9.2 à 21.2°C	9.2 à 21.2°C	9.3 à											

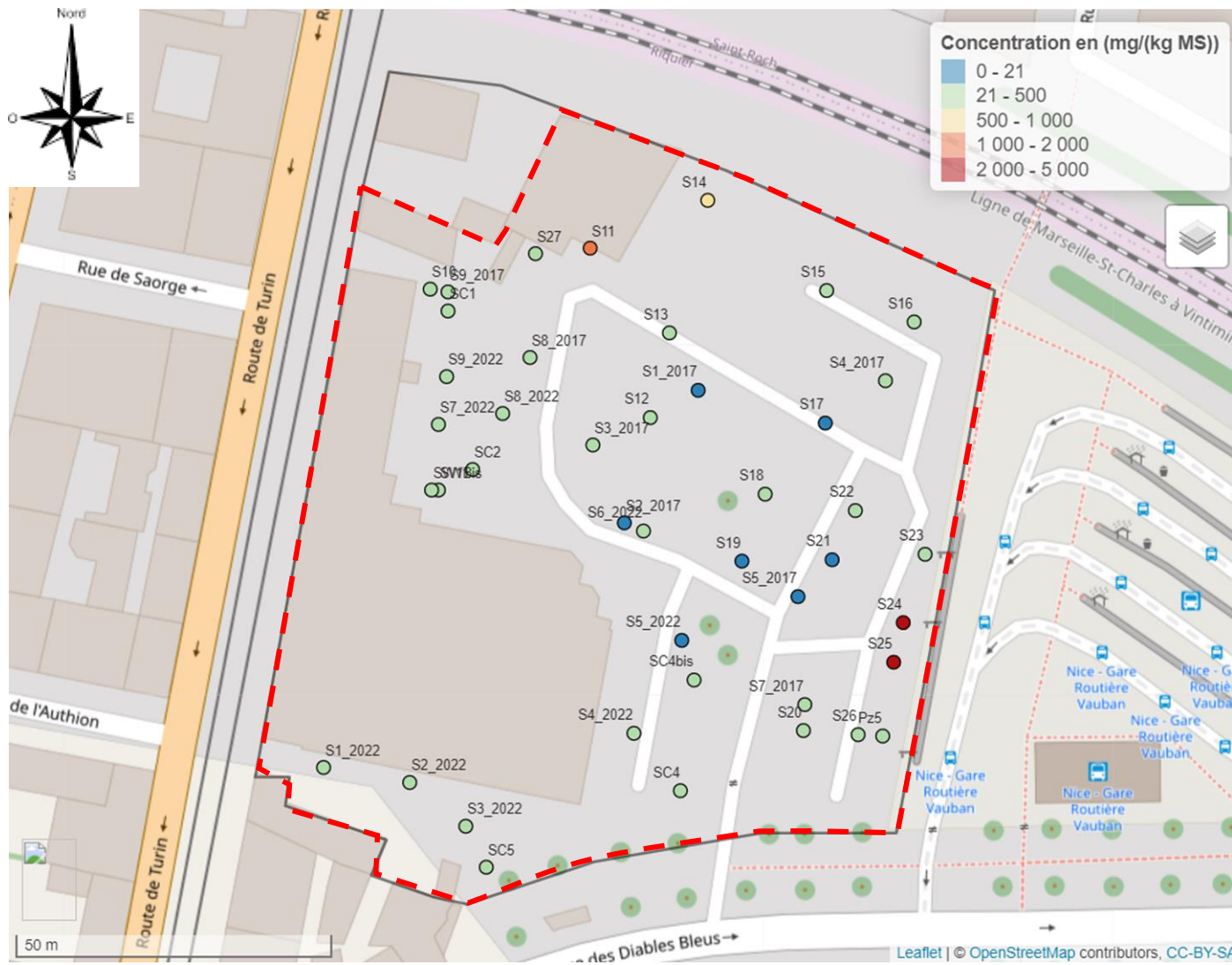


Figure 27 : Cartographie des teneurs maximales en hydrocarbures totaux quantifiées dans les sols

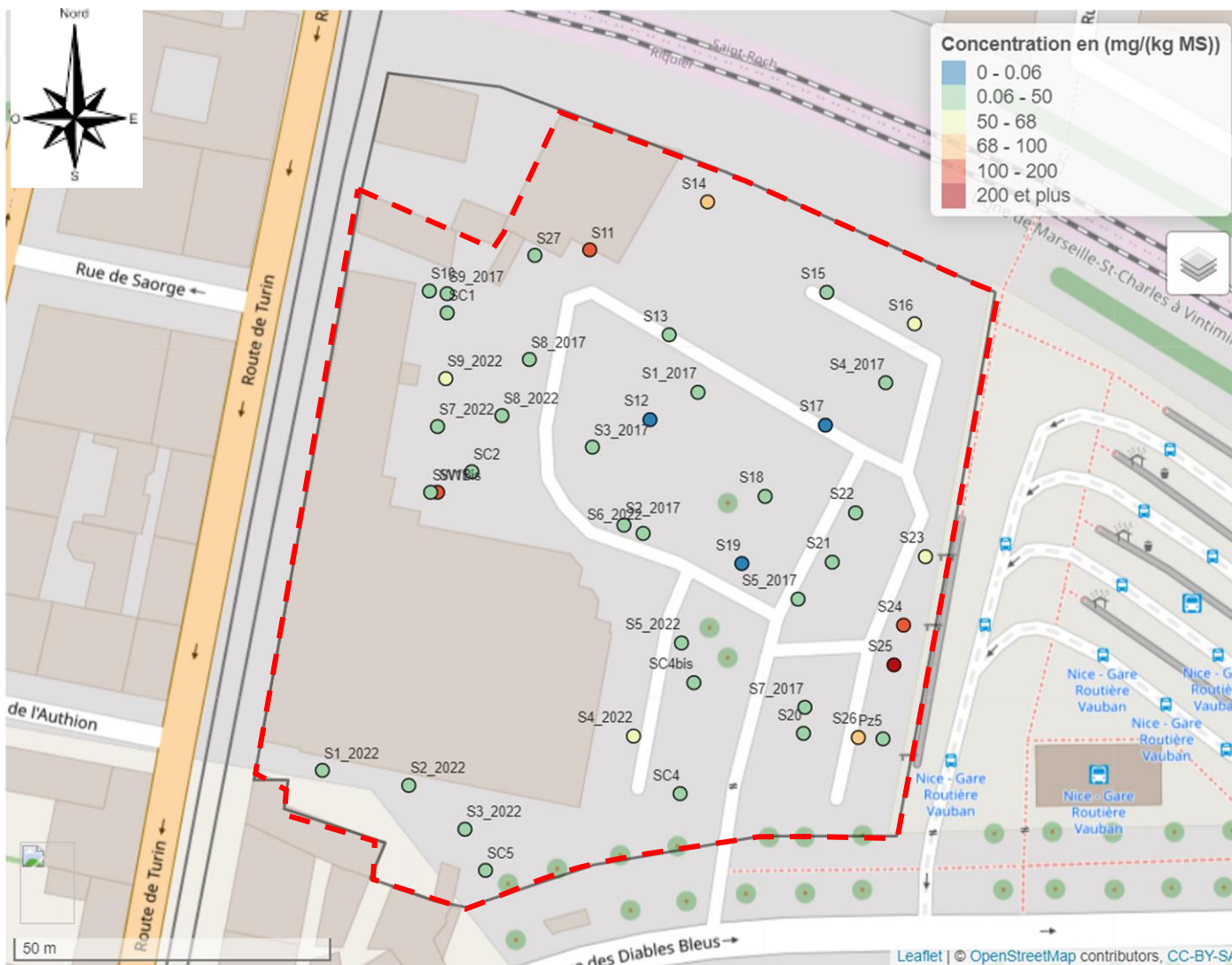


Figure 28 : Cartographie des teneurs maximales en HAP quantifiées dans les sols

7.3.3. Interprétation des résultats analytiques sur les sols

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

Eléments sur brut :

- Métaux sur brut :
 - La présence d'anomalie modérées à fortes en Arsenic, cuivre, plomb et zinc à différentes profondeurs liés à la présence de mâchefers dans les sols :
 - Horizon superficiel entre 0 et 1 m composé de remblais : S4, S5, S8, S13 et S24 ;
 - Remblais en profondeur entre 2 et 3 m ou 3 et 4 m : S1, S3, S9, S13, S16, S25
 - Horizon profond (> 5 m) : S8 ; S9, S13, S25 et Pz5.
 - L'absence d'anomalie sur les autres sondages, avec des teneurs inférieures ou de l'ordre des limites de quantification et/ou comprises dans la gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries.

- Hydrocarbures Totaux (HCT C10-C40) :
 - La présence d'un **impact en limite est du site au droit des sondages S24 et S25** entre 2 et 6,5 m avec des teneurs significatives comprises entre 1000 et 4 200 mg/kg ;
 - Un **impact au droit des sondages S11 et S14** (nord du site) à proximité d'une ancienne cokerie entre 0 et 2 m avec des teneurs comprises entre 500 et 1 000 mg/kg ;
 - L'absence d'anomalie au droit des autres sondages (teneurs inférieures au seuil ISDI fixé à 500 mg/kg).

- Hydrocarbures volatils (HC C5-C10) : des teneurs en HC C5-C10 toujours inférieures aux limites de quantification du laboratoire pour l'ensemble des échantillons excepté au droit des échantillons profonds réalisés au droit **de S24 et S25** (limite est du site) avec des teneurs comprises en 51 et 68,1 mg/kg.

- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :
 - Un bruit de fond sur l'ensemble des échantillons avec des teneurs comprises entre 0,23 et 48,5 mg/kg en HAP inférieures au seuil ISDI défini dans l'arrêté ministériel du 12/12/2014 (50 mg/kg) ;
 - Des teneurs supérieures au seuil ISDI (> 50 mg/kg) au droit de **S4 (1-2), S9 (3-4), S11 (1-2 et 4-5), S14 (0-1), S16 (2-3) et en limite est du site au droit de S23 (0-1), S24 (1-4 m), S25 (2-6,5m) et S26 (0-1).**

- Composés Aromatiques Volatils (CAV dont BTEX) : des teneurs en CAV/BTEX toujours inférieures ou proches des limites de quantification du laboratoire pour l'ensemble des échantillons, exceptés au droit des sondages **S24 et S25** (limite est du site) présentant des teneurs significatives entre 3 et 6,5 m (zone non saturée et zone saturée) avec des teneurs en BTEX comprises en 3 et 24 mg/kg.

- Polychlorobiphényles (PCB) : des teneurs en PCB inférieures ou proches des limites de quantification du laboratoire pour l'ensemble des échantillons.

- **Cyanures totaux et aisément libérables :**
 - des teneurs en cyanures totaux comprises entre 0,12 et 20 mg/kg sur l'ensemble des sondages ;
 - un impact en cyanures totaux au droit des sondages S13 (0-1) et S14 (3-4) avec des teneurs respectives de 91 et 150 mg/kg ;
 - des teneurs en cyanures aisément libérables inférieures ou proche des limites de quantification du laboratoire pour l'ensemble des échantillons.

Eléments sur éluat :

- Des teneurs inférieures ou de l'ordre de grandeur des limites de quantification du laboratoire, et toujours inférieures au seuil ISDI défini dans l'arrêté ministériel du 12/12/2014 pour l'ensemble des échantillons analysés, exceptés en :
 - Antimoine au droit S9 (5-6), S10 (1-3), S16 (2-3),
 - Chrome au droit de S2 (0-1),
 - Fluorures au droit de S1 (2-3), S6 (1-2 & 2-2,7), S12 (0-1 & 2-3), S16 (2-3) et S21 (1-2),
 - Fraction soluble et/ou sulfates au droit de S2 (1-2 & 4-5), S3 (2-6), S11 (1-3), S14 (0-3) et S16 (1-3).

7.4. Résultats obtenus dans les eaux souterraines

7.4.1. Observations de terrain lors de la réalisation des piézomètres

7.4.1.1. Lithologie

Les terrains rencontrés à la foration sont relativement similaires entre Pz4 et Pz 6 avec la succession lithologique suivante depuis la surface :

- Enrobé entre 0 et 0,1 m de profondeur,
- Remblais sablo-graveleux beige entre 0,1 et 0,8
- Sables argileux à argiles sableuses entre 0,8 et 5
- Argiles sableuses à sables argileux verte entre 5 et 10m

Concernant les terrains au droit de Pz 5, la succession lithologique suivante a été rencontrée :

- Enrobé entre 0 et 0,1 m de profondeur,
- Remblais sablo graveleux beige entre 0,1 et 2m
- Argiles sableuses brunes entre 2 et 4m
- Argiles sableuses brunes à noirâtres avec légère odeur d'HCT entre 4 et 8m
- Argiles sableuses brunes à noirâtres entre 8 et 9m.

Les arrivées d'eaux, en raison de la mise en œuvre d'un tubage à l'avancement, ont été rencontrées :

- A 9m lors de la foration au droit de Pz4,
- A 10m au droit de Pz6
- A 6m au droit de Pz5 après redémarrage de la machine suite à une mise à l'arrêt de 15 min.

7.4.1.2. Observations organoleptiques

Aucun indice organoleptique de pollution des sols ou des eaux souterraines n'a été constaté lors de la foration du piézomètre Pz4.

Une mesure PID de 0,7 a été réalisée au droit de Pz6 sur l'horizon 5-6m (argiles vertes).

Concernant l'ouvrage Pz5, plusieurs indices organoleptiques ont été relevés :

- Légère odeur d'hydrocarbure entre 4 et 8m de profondeur,
- Imprégnation noirâtre (goudrons ?) des argiles brunes entre 4 et 10m (très marquée entre 5 et 7m)

7.4.2. Piézométrie

7.4.2.1. Campagne de mai 2022

Le tableau ci-dessous présente les mesures piézométriques obtenues le 12/05/2022 au droit de chaque piézomètre.

Tableau 22 : Mesures piézométriques et épaisseur de flottant le 12/05/2022

Ouvrages	Nature du repère	Hauteur du repère (m/sol)	Cote du repère (m NGF)*	Profondeur de la nappe (m/repère)	Cote de la nappe (m NGF)	Epaisseur de flottant (m)
Pz1	Ras de sol	0	17,435	4,41	13,025	0
Pz2	Ras de sol	0	17,39	4,27	13,12	0
Pz3	Ras de sol	0	18,063	4,05	14,013	0
Pz4	Ras de sol	0	17,806	4,51	13,296	0
Pz5	Ras de sol	0	17,41	4,43	12,98	0
Pz6	Ras de sol	0	17,606	4,10	13,506	0

* : cote nivelée par SE2T

Les relevés d'eau réalisés le 12/05/2022 ont permis de dresser une carte piézométrique (présentée dans la figure suivante).

Les niveaux piézométriques relevés permettent de mettre en évidence un sens d'écoulement de la nappe de l'ouest nord-ouest du site vers l'est sud-est. L'ouvrage Pz3 est représentatif de l'amont hydraulique du site et Pz1 et Pz5 de l'aval hydraulique.



Figure 29 : Carte piézométrique interprétative de la zone d'étude – mai 2022

7.4.2.2. Campagne de juillet 2022

Le tableau ci-dessous présente les mesures piézométriques obtenues le 22/07/2022 au droit de chaque piézomètre.

Tableau 23 : Mesures piézométriques et épaisseur de flottant le 22/07/2022

Ouvrages	Nature du repère	Hauteur du repère (m/sol)	Cote du repère (m NGF)	Profondeur de la nappe (m/repère)	Cote de la nappe (m NGF)	Épaisseur de flottant (m)
Pz1	Ras de sol	0	17,435	4,62	12,815	0
Pz2	Ras de sol	0	17,39	4,38	13,01	0
Pz3	Ras de sol	0	18,063	3,98	14,083	0
Pz4	Ras de sol	0	17,806	4,69	13,12	0
Pz5	Ras de sol	0	17,41	4,57	12,84	0
Pz6	Ras de sol	0	17,606	3,91	13,696	0

Les relevés d'eau réalisés le 22/07/2022 ont permis de dresser une carte piézométrique (présentée dans la figure suivante).

Les niveaux piézométriques relevés en juillet 2022 confirment le sens d'écoulement de la nappe de l'ouest nord-ouest du site vers l'est sud-est.



Figure 30 : Carte piézométrique interprétative de la zone d'étude – juillet 2022

7.4.3. Observations organoleptiques lors de l'échantillonnage des eaux souterraines

Les observations recueillies lors des opérations de prélèvement des eaux souterraines sont présentées dans les tableaux ci-après.

7.4.3.1. Campagne de mai 2022

Tableau 24 : Observations organoleptiques lors de l'échantillonnage des eaux souterraines

Ouvrage	Aspect	Odeur	Irisation	Flottant / Plongeant	Mesure PID à l'ouverture du capot
Pz1	Grise, chargée en MES	Non	Non	Non	0
Pz2	Noire	Non	Non	Non	0
Pz3	Grise, légèrement trouble	Non	Non	Non	0
Pz4	Grise, légèrement trouble	Non	Non	Non	0
Pz5	Grise, légèrement trouble	Non	Non	Non	0
Pz6	Brune	Non	Non	Non	0

7.4.3.2. Campagne de juillet 2022

Tableau 25 : Observations organoleptiques lors de l'échantillonnage des eaux souterraines

Ouvrage	Aspect	Odeur	Irisation	Flottant / Plongeant	Mesure PID à l'ouverture du capot
Pz1	Grise, chargée en MES	Non	Non	Non	1,5
Pz2	Noire	hct	Non	Non	8,1
Pz3	Clair	Non	Non	Non	7,9
Pz4	Grise, légèrement trouble	Non	Non	Non	0
Pz5	Noirâtre	Non	Non	Non	0
Pz6	Grise, légèrement trouble	Non	Non	Non	5

Contrairement à la campagne de mai réalisée, des teneurs en PID traduisant un dégazage de la nappe ont été relevées.

7.4.4. Paramètres physico-chimiques mesurés *in situ*

7.4.4.1. Campagne de mai 2022

Le pH, la température, la conductivité, l'O₂ dissous et le potentiel d'oxydoréduction ont été mesurés sur le terrain le 12/05/2022 à l'aide d'une sonde multi-paramètres étalonnée. Les mesures obtenues sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 26 : Paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* le 12/05/2022

Ouvrages	Localisation	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Eh (mV)
Pz1	Aval	20,8	842	6,96	-66
Pz2	Aval	18,2	1238	7,09	-105
Pz3	Amont	15,4	1113	7,10	283
Pz4	Latéral	17,9	1394	6,89	27
Pz5	Aval	20,4	759	7,17	-103
Pz6	Latéral	15,8	998	7,26	57

Nm : non mesuré

Les paramètres physico-chimiques mettent en évidence :

- Des pH proches de la neutralité et dans la même gamme de valeur au droit de l'ensemble des ouvrages,
- Des températures variant entre 15,4 et 20,8 °C, avec les températures les plus fortes mesurées en aval hydraulique (Pz1, Pz2, Pz5) au sud-est du site,
- Des potentiels redox compris entre -105 et 283 mV, avec des potentiels négatifs localisés en aval hydraulique (Pz1, Pz2, Pz5),
- Des conductivités comprises entre 759 et 1239 µS/cm, sans tendance de répartition.

7.4.4.2. Campagne de juillet 2022

Le pH, la température, la conductivité, l'O₂ dissous et le potentiel d'oxydoréduction ont été mesurés sur le terrain le 12/05/2022 à l'aide d'une sonde multi-paramètres étalonnée. Les mesures obtenues sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 27 : Paramètres physico-chimiques mesurés in situ le 12/05/2022

Ouvrages	Localisation	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Eh (mV)
Pz1	Aval	21,8	999	7,16	127
Pz2	Aval	20,9	1 228	7,33	23
Pz3	Amont	20,0	853	7,45	505
Pz4	Latéral	19,8	124	8,14	292
Pz5	Aval	21,9	847	7,36	99
Pz6	Latéral	21,0	951	7,54	430

Nm : non mesuré

Les paramètres physico-chimiques mettent en évidence :

- Des pH proches de la neutralité et dans la même gamme de valeur au droit de l'ensemble des ouvrages,
- Des températures stables entre chaque piézomètre, variant entre 19,8 et 21,8 C,
- Des potentiels redox compris entre -99 et 505 mV,
- Des conductivités comprises entre 124 et 1228 µS/cm, sans tendance de répartition.

7.4.5. Résultats des analyses d'eaux souterraines en laboratoire

Les tableaux de résultats présentés pages suivantes font apparaître des valeurs de référence présentées précédemment. Ces valeurs sont utilisées à titre indicatif afin de détecter toute éventuelle anomalie dans les eaux souterraines.

La dénomination des échantillons analysés fait référence au nom de l'ouvrage dans lequel l'échantillon a été prélevé. Par exemple l'échantillon PZ1 est représentatif des eaux souterraines prélevées dans l'ouvrage PZ1.

Les valeurs précédées du sigle « < » sont inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (substance non quantifiée).

Les résultats sont présentés de la manière suivante dans les tableaux et sur les cartographies :

- en **caractère gras** : les valeurs supérieures à la limite de quantification du laboratoire,
- en **caractère vert** : les valeurs supérieures aux valeurs de l'annexe I et II de l'arrêté du 11/01/2007
- en **caractère jaune** : les valeurs supérieures aux valeurs de la circulaire du 23/10/2012
- en **caractère orange** : les valeurs supérieures aux valeurs de référence définies par l'OMS en 2011.

Les bordereaux d'analyses sont présentés en Annexe IX.

Tableau 28 : Résultats d'analyses obtenus sur les eaux souterraines (mai et juillet 2022)

Nom du point de prélèvement	Unité	Valeurs réglementaire française pour les eaux destinées à la consommation humaine (arrêté du 11/01/2007)		Valeurs de référence Circulaire 23/10/212	Valeurs de référence OMS 2017	Pz3		Pz6		Pz4		Pz1		Pz5		Pz2			
		Annexe I	Annexe II			Mai 2022	Juillet 2022	Mai 2022	Juillet 2022	Mai 2022	Juillet 2022	Mai 2022	Juillet 2022	Mai 2022	Juillet 2022	Mai 2022	Juillet 2022	Mai 2022	Juillet 2022
						Amont		Latéral		Latéral		Aval		Aval		Aval			
HCT																			
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/l E/L	-	-	1	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,57	0,52	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,17	0,26		
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,27	0,19	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,1		
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,27	0,31	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,13		
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg/l E/L	-	-	1000	-	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	106	<50,0	<50,0	<50,0	<50,0	89,0	<50,0		
Somme des C5	µg/l E/L	-	-	-	-	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0		
Somme des C6	µg/l E/L	-	-	-	-	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0		
Somme des C7	µg/l E/L	-	-	-	-	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0		
Somme des C8	µg/l E/L	-	-	-	-	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	11	41	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	35	11		
Somme des C9	µg/l E/L	-	-	-	-	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0		
Somme des C10	µg/l E/L	-	-	-	-	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	26	65	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	54	27		
Cations, anions et éléments non métalliques																			
Cyanures totaux (CN)	mg/l E/L	0,05	0,05	0,05	-	1,8	0,89	0,34	0,37	0,49	0,36	0,077	0,066	0,062	0,062	0,1	0,094		
Cyanures aisément libérables (CN)	mg/l E/L	-	-	0,05	-	0,029	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)																			
Chlorure de vinyle	µg/l E/L	0,5	-	0,5	0,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
Dichlorométhane	µg/l E/L	-	-	-	20	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg/l E/L	-	-	-	50	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg/l E/L	-	-	-	50	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
Trichlorométhane	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
Tétrachlorométhane	µg/l E/L	-	-	-	4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
Trichloroéthylène	µg/l E/L	-	-	-	20	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
Tétrachloroéthylène	µg/l E/L	-	-	-	40	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
1,1-Dichloroéthane	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
1,1-Dichloroéthylène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
Somme des COHV	µg/l E/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)																			
Benzène	µg/l E/L	1	-	1	10	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	17	58	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	65	<0,5		
Toluène	µg/l E/L	-	-	700	700	<0,5	<0,5	1,8	<0,5	1,7	<0,6	1,4	<0,5	1,1	<0,5	3,0	<0,5		
Ethylbenzène	µg/l E/L	-	-	300	300	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,4	4,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	4,1	<0,5		
o-Xylène	µg/l E/L	-	-	500	500	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,1	4,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,6	5,1		
m-, p-Xylène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,6	<0,5	2,1	1,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	8,2	3,2		
Cumène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	6,5	8,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,0	<0,5		
Mesitylène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	1,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	0,8		
o-Ethyltoluène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	17	29	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,7	3,5		
m-, p-Ethyltoluène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	1,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,8	1,1		
Pseudocumène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,2	13,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2,0	<0,5		
Somme des CAV	µg/l E/L	-	-	-	-	-	-	1,8	-	53	110	1,4	-	1,1	-	92	14		
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																			
Naphtalène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	29	3,5	0,29	0,02	0,13	<0,02	26	<0,14		
Acénaphthylène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,4	1,2	<0,02	<0,02	0,03	0,03	6,9	1,8		
Acénaphthène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	85	98	0,97	0,09	0,77	0,15	20	5,0		
Fluorène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	11	13	0,11	<0,02	0,09	0,02	3,7	1,0		
Phénanthrène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,8	2,0	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,5	<0,14		
Anthracène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,39	0,6	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,5	<0,09		
Fluoranthène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	0,06	<0,02	<0,02	0,02	0,11	0,87	2,2		
Pyrène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	0,04	0,06	<0,02	<0,02	0,02	0,11	0,64	1,7		
Benzo(a)anthracène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	0,11	0,16		
Chrysène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,08	0,1		
Benzo(b)fluoranthène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	<0,02	0,06		
Benzo(k)fluoranthène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,02		
Benzo(a)pyrène	µg/l E/L	0,01	-	0,01	0,7	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	<0,02	0,05		
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02		
Benzo(g,h,i)perylène	µg/l E/L	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02		
Somme des 4 HAP	µg/l E/L	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	-	0,08		
Somme des 6 HAP	µg/l E/L	-	1	1	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	0,02	0,28	0,87	2,3		
Somme des HAP	µg/l E/L	-	-	-	-	-	-	-	-	130	120	1,4	0,11	1,1	0,7	59	12		

7.4.6. Interprétation des résultats sur les eaux souterraines

7.4.6.1. Campagne de mai 2022

Les résultats de la campagne de mai 2022 mettent en évidence les points suivants :

- Concernant les hydrocarbures totaux, des teneurs ont été quantifiées uniquement au droit de **Pz4** (position latéral hydraulique) et **Pz2** (aval hydraulique) à des teneurs de 0,17 et 0,57 mg/l, inférieures aux critères de référence lorsqu'ils existent, traduisant un léger impact de la nappe.
- Les cyanures sont quantifiés sur **l'ensemble des ouvrages** avec un dépassement des valeurs réglementaires et de référence de qualité des eaux souterraines fixées à 0,05 mg/l. Les teneurs sont comprises entre 0,07 et 1,8 mg/L, avec les teneurs maximales mesurées au droit de Pz3, en position d'amont hydraulique du site. On note l'absence de détection des cyanures libres, excepté au droit de Pz3.
- Aucune quantification en COHV au droit de l'ensemble des ouvrages du site.
- Concernant les BTEX et les CAV, ils sont majoritairement quantifiés au droit de **Pz4** (position latéral hydraulique) et **Pz2** (aval hydraulique), avec un dépassement de la valeur de référence de l'OMS pour le **benzène** (17 et 65 µg/l) traduisant un **impact des eaux souterraines**. Au droit des autres ouvrages, ces composés ne sont pas quantifiés ou à des concentrations inférieures aux critères de comparaison.
- Concernant les HAP, des teneurs ont été quantifiés au droit de Pz1, Pz2, Pz4 et Pz6, sans dépassement des valeurs réglementaires et de référence de qualité des eaux souterraines pour la somme de 4 et 6 HAP. On note cependant des **concentrations significatives en Naphtalène en Pz2 et Pz4** (26 et 29 µg/l).

7.4.6.2. Campagne de juillet 2022

Les résultats de la campagne de juillet 2022 mettent en évidence les points suivants :

- Concernant les hydrocarbures totaux, des teneurs ont été quantifiées uniquement au droit de **Pz4** (position latéral hydraulique) et **Pz2** (aval hydraulique) à des teneurs de 0,26 et 0,52 mg/l, inférieures aux critères de référence lorsqu'ils existent, traduisant un léger impact de la nappe.
- Les cyanures sont quantifiés sur **l'ensemble des ouvrages** avec un dépassement des valeurs réglementaires et de référence de qualité des eaux souterraines fixées à 0,05 mg/l. Les teneurs sont comprises entre 0,062 et 0,89 mg/L, avec les teneurs maximales mesurées au droit de Pz3, en position d'amont hydraulique du site. On note l'absence de détection des cyanures libres lors de cette campagne.
- Aucune quantification en COHV au droit de l'ensemble des ouvrages du site.
- Concernant les BTEX et les CAV, ils sont majoritairement quantifiés au droit de **Pz4 (position latéral hydraulique) et Pz2 (aval hydraulique)**, avec un dépassement de la valeur de référence de l'OMS pour le **benzène** (58 µg/l en Pz4) traduisant un **impact des eaux souterraines**.

Au droit des autres ouvrages, ces composés ne sont pas quantifiés ou à des concentrations inférieures aux critères de comparaison.

- Concernant les HAP, des dépassements des valeurs réglementaires et de référence de qualité des eaux souterraines pour la somme de 4 et 6 HAP sont relevés au droit de **Pz2 et Pz5**. Les HAP sont relevés également en Pz1, Pz3 et Pz4.

7.4.6.3. Evolution entre les campagnes

Entre les campagnes de mai et juillet 2022, on note :

- Des concentrations stables en hydrocarbures totaux, cyanures et HAP, avec cependant une baisse des teneurs en Naphtalène.
- Une **légère diminution des concentrations en BTEX au droit de l'ensemble des ouvrages**, excepté au droit de Pz4 qui met en évidence une augmentation en BTEX et notamment en Benzène.

En conclusion, les résultats analytiques mettent en évidence :

- un impact en cyanures en amont du site au droit de Pz3, et un marquage plus modéré au niveau des autres piézomètres (baisse significative de la teneur relevée en amont vers l'aval),
- un impact en benzène, hydrocarbures totaux et HAP localisés sur les parties nord et est du site au droit de Pz2 et Pz4 traduisant les impacts identifiés dans le milieu sol en limite nord et est du site, à proximité de Pz2 (S23, S24 et S25) et dans une moindre mesure au nord à proximité de Pz4 (S14).

La cartographie ci-après indique les principales valeurs mesurées en COHV, BTEX et hydrocarbures lors des deux campagnes.



Figure 31 : Cartographie des teneurs quantifiées dans les eaux souterraines

7.5. Résultats obtenus dans les gaz du sol

7.5.1. Observations de terrain

7.5.1.1. Lithologie

Les terrains rencontrés sont les suivants :

- enrobé,
- remblais sablo-graveleux beige entre 0,1 et 0,7 m de profondeur,
- argiles sableuses brunes entre 0,7 et 1,5m de profondeur.

A noter que des mâchefers ont été retrouvées au droit de 2 ouvrages sur 3 entre 0,7 et 1m.

7.5.1.2. Observations organoleptiques

Préalablement aux prélèvements, lors de la phase de purge, des mesures semi-quantitatives ont été réalisées dans chaque ouvrage, aucune détection de volatil n'a été relevé au PID⁵.

7.5.2. Résultats des analyses en laboratoire

Les bordereaux d'analyses fournis par le laboratoire présentent les résultats en µg/support. La conversion en concentration a été réalisée en appliquant le volume d'air prélevé à la quantité retrouvée sur le tube, en utilisant la formule suivante :

$$C_i = \frac{M_i}{V_i}$$

$$\text{et } V_i = D_i * T_i$$

avec :

i	: le nom de la substance
C_i	: la concentration dans l'air intérieur de la substance i (en µg/m ³)
M_i	: la masse absolue mesurée par le laboratoire (en µg)
V_i	: le volume pompé pour le support correspondant (en m ³)
D_i	: le débit de la pompe relié au support correspondant (en L/min, c'est-à-dire des millièmes de m ³ /min)
T_i	: le temps de prélèvement pour la pompe correspondante (en min)

⁵ PID : Photo Ionisation Detector (mesure semi-quantitative de composés organiques volatils)

Les résultats sous forme de concentration sont présentés dans le tableau en page suivante.

La dénomination des échantillons analysés fait référence au nom de l'ouvrage dans lequel l'échantillon a été prélevé.

Les résultats sont comparés entre eux car il n'existe pas de valeur de référence pour les gaz du sol (ces données seront employées dans l'EQRS pour caractériser les éventuels risques sanitaires pour les usagers du site).

Les valeurs précédées du sigle « < » sont inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (substance non quantifiée).

Les valeurs présentées en caractères noirs sont supérieures à la limite de quantification du laboratoire.

Les analyses ont porté sur la couche de mesure et la couche de contrôle⁶.

Ne sont présentés dans le tableau suivant que les résultats obtenus sur la couche de mesure.

En effet, les résultats obtenus pour la couche de contrôle sont tous inférieurs à la limite de quantification. Ce résultat garantit que les supports de prélèvement ont capté la totalité des composés et ne sont pas saturés, et donc que l'échantillonnage sur les couches de mesure est représentatif de l'air ayant circulé au travers des supports (assurant ainsi une interprétation fiable des résultats obtenus pour les couches de mesure).

D'autre part, les résultats du blanc de terrain et transport indiquent des teneurs inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour l'ensemble des paramètres recherchés. Ceci indique l'absence d'interférence extérieure au moment des prélèvements et du transport.

Les bordereaux d'analyses sont présentés en Annexe X.

⁶ Une cartouche de support spécifique utilisée pour le prélèvement des substances présentes en phase vapeur dans l'air comporte une couche de mesure et une couche de contrôle, cette dernière permettant de contrôler la non saturation de la couche de mesure et ainsi de valider l'échantillonnage.

Tableau 29 : Résultats d'analyses obtenus sur les gaz du sol

Composés	Unité	Pzair1		Pzair2		Pzair3		Blanc
		Mai 2022	Juillet 2022	Mai 2022	Juillet 2022	Mai 2022	Juillet 2022	
Métal								
Mercure gazeux (- Hg)(c)	mg/m ³	<0,00023	<0,00033	<0,00032	<0,00034	<0,00023	<0,00024	-
Pack BTEXN								
Benzène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
Toluène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	0,0054	-
Ethylbenzène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
m+p - Xylène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
o - Xylène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
Cumène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
m-, p-Ethyltoluène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
o-Ethyltoluène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
Naphtalène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0032	<0,0033	-
Coupes TPH C6-C16								
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	<0,016	-
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	<0,016	-
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	<0,016	-
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	<0,016	-
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	<0,016	-
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	0,128	-
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	0,128	-
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	0,104	-
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	0,033	-
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	mg/m ³	<0,02	<0,0166	<0,02	<0,018	<0,02	0,016	-
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	<0,082	-
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	<0,082	-
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	<0,082	-
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	<0,082	-
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	<0,082	-
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	0,163	-
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	0,576	-
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	0,823	-
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	0,510	-
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	<0,099	-
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	mg/m ³	<0,08	<0,083	<0,08	<0,091	<0,08	<0,082	-
HAP								
Naphtalène	mg/m ³	<0,000162	0,000219	<0,000159	0,000209	<0,000162	<0,000994	-
Acénaphène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Fluorène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Phénanthrène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Anthracène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Fluoranthène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Pyrène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Benzo(a)Anthracène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Chrysène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Benzo(b+j)Fluoranthène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Benzo(k)Fluoranthène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Benzo(a)Pyrène (BaP)	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
DiBenzo(a,h)Anthracène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Benzo(g,h,i)Pérylène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/m ³	<0,000162	<0,000168	<0,000159	<0,000190	<0,000162	<0,000166	-
COHV								
Chlorure de vinyle	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0031	<0,0033	-
1,1-Dichloroéthylène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0031	<0,0033	-
Dichlorométhane	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0031	<0,0033	-
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0031	<0,0033	-
1,1-Dichloroéthane	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0031	<0,0033	-
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0031	<0,0033	-
Trichlorométhane	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	0,0037	<0,0036	<0,0031	<0,0033	-
Tétrachlorométhane	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0031	<0,0033	-
1,1,1-Trichloroéthane	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	0,0077	0,0085	0,0147	0,0346	-
Trichloroéthylène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	<0,0032	<0,0036	<0,0031	<0,0033	-
Tétrachloroéthylène	mg/m ³	<0,0032	<0,0033	0,00968	0,02360	<0,0031	0,0043	-

7.5.3. Interprétation des résultats sur les gaz du sol

7.5.3.1. Campagne de mai 2022

Les résultats d'analyses mettent en évidence l'absence de détection dans l'air du sol des composés identifiés dans les milieux sol et eaux souterraines (hydrocarbures totaux, HAP et CAV). Il est à noter la détection de COHV (trichlorométhane, tétrachloroéthylène et 1,1,1-trichloroéthane) au droit de Pzair 2 et Pzair 3. Ces composés n'ont pas été relevés dans les autres milieux.

7.5.3.2. Campagne de juillet 2022

Les résultats mettent en évidence des concentrations en COHV (trichlorométhane et 1,1,1-trichloroéthane) au droit de PzR2 et PzR3, comparables à celles de mai.

On note la détection du Toluène et des hydrocarbures aromatiques et aliphatiques C10-C16 au droit du PzR3, ces composés n'avaient pas été relevés lors de la 1^{ère} campagne.



Figure 32 : Cartographie des teneurs quantifiées dans les gaz du sol

7.6. Interprétation des résultats sur les gaz issus des eaux souterraines

7.6.1. Observations organoleptiques

Préalablement aux prélèvements, lors de la phase de purge, des mesures semi-quantitatives ont été réalisées dans chaque ouvrage, ceux-ci sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 30 : Observations organoleptiques lors de l'échantillonnage de l'air issu des eaux souterraines

Ouvrage	Mesure PID (ppm) (début de purge)	CH4 (%)	O ₂ (%)	CO (ppm)	H ₂ S (ppm)
Pz2	4,4	0	12,2	0	0
Pz4	0	0	12,2	14	0

7.6.2. Résultats des analyses en laboratoire

Les résultats sous forme de concentration sont présentés dans le tableau en page suivante.

La dénomination des échantillons analysés fait référence au nom de l'ouvrage dans lequel l'échantillon a été prélevé.

Les résultats sont comparés entre eux car il n'existe pas de valeur de référence pour les gaz du sol (ces données seront employées dans l'EQRS pour caractériser les éventuels risques sanitaires pour les usagers du site).

Les valeurs précédées du sigle « < » sont inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (substance non quantifiée).

Les valeurs présentées en caractères noirs sont supérieures à la limite de quantification du laboratoire.

Les bordereaux d'analyses sont présentés en Annexe XI.

Tableau 31 : Résultats d'analyses obtenus sur les gaz issus des eaux souterraines

Composés	Unité	Pz2	Pz4
		(Canister 21)	(Canister 95)
Pack BTEXN			
Benzene	mg/m ³	0,0124	<0,001
Toluene	mg/m ³	0,0025	0,0089
Ethylbenzene	mg/m ³	0,0017	0,0022
m+p - Xylene	mg/m ³	0,0029	0,0066
o - Xylene	mg/m ³	0,0020	0,0026
Cumène	mg/m ³	<0,001	<0,001
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	mg/m ³	<0,001	0,0013
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	mg/m ³	0,0016	0,0041
Naphtalène	mg/m ³	<0,001	<0,001
Coupes TPH C6-C16			
Hydrocarbures aromatiques C6-C7	mg/m ³	0,0124	<0,001
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	mg/m ³	0,0025	0,0089
Hydrocarbures aromatiques C8-C10	mg/m ³	0,0108	0,0220
Hydrocarbures aromatiques C10-C12	mg/m ³	0,0239	0,0413
Hydrocarbures aromatiques C12-C16	mg/m ³	<0,001	<0,001
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	mg/m ³	0,0963	0,0013
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	mg/m ³	0,0015	0,0026
Hydrocarbures aliphatiques C8-C10	mg/m ³	0,0057	0,0103
Hydrocarbures aliphatiques C10-C12	mg/m ³	0,0166	0,0340
Hydrocarbures aliphatiques C12-C16	mg/m ³	<0,001	<0,001
COHV			
Chlorure de vinyle	mg/m ³	<0,001	<0,001
1,1-Dichloroéthylène	mg/m ³	<0,001	<0,001
Dichlorométhane	mg/m ³	<0,001	<0,001
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/m ³	<0,001	<0,001
1,1-Dichloroéthane	mg/m ³	<0,001	<0,001
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/m ³	<0,001	<0,001
Trichlorométhane	mg/m ³	<0,001	0,0031
Tétrachlorométhane	mg/m ³	<0,001	<0,001
1,1,1-Trichloroéthane	mg/m ³	<0,001	0,0068
Trichloroéthylène	mg/m ³	<0,001	<0,001
Tétrachloroéthylène	mg/m ³	<0,001	<0,001

7.6.3. Interprétation des résultats sur les gaz issus des eaux souterraines

Les résultats mettent en évidence un dégazage de la nappe en hydrocarbures totaux et BTEX au droit des deux piézomètres prélevés (Pz2 et Pz4).

On note la détection du benzène uniquement au droit de Pz2 avec une concentration de 12,4 µg/m³ et la détection des COHV (trichlorométhane et 1,1,1-trichloroéthane uniquement au droit de Pz4.

7.7. Interprétation générale

7.7.1. Bilan

D'une manière générale, il a été mis en évidence :

- La présence de remblais liés à la déconstruction des installations de l'ancienne usine à gaz :
 - Remblais à scories et mâchefers présentant des impacts en métaux lourds sur brut ;
 - D'anciennes dalles béton à différentes profondeurs correspondant aux dalles des anciens gazomètres et bâtiments ;
- La présence d'une nappe vers 4,5 m/sol présentant un sens d'écoulement du nord-ouest vers le sud-est. Celle-ci a mis en évidence :
 - un impact en cyanures en amont du site (Pz3) et en benzène (Pz4) pouvant potentiellement provenir des installations de l'ancienne usine à gaz au nord de la voie ferrée (hors site) ;
 - un impact en **hydrocarbures totaux, HAP et CAV (dont benzène) en limite est du site (Pz2)** dont le panache pourrait provenir des installations voisines de l'AUG encore en place (cuve enterrée ?).
- L'existence d'une **zone impactée en hydrocarbures totaux, HAP et CAV (dont benzène) (sols, eaux souterraines et gaz issus des eaux souterraines) en limite est du site**. Au regard des teneurs relevées, les impacts identifiés peuvent engendrer des risques sanitaires pour les futurs usagers. Il convient de vérifier la compatibilité sanitaire du projet d'aménagement (sous-sol dans la nappe et présence de volatils) avec les concentrations résiduelles après travaux ;
- Une **zone au nord (sondages S11 et S14, piézomètre Pz4 et piézair PzR3)** présentant également des impacts **en hydrocarbures et HAP dans les sols avec des teneurs supérieures aux seuils d'acceptation en ISDI** et en hydrocarbures totaux, HAP, et BTEX dans les eaux souterraines et gaz),
- Outre les impacts identifiés dans le milieu sol et de la présence de déchets (scories / mâchefers, coke...), il conviendra, dans le cadre des travaux d'aménagement, d'évacuer les terres en filière agréée en raison de dépassement des seuils ISDI (COT, fraction soluble, sulfates, antimoine et fluorures).

7.7.2. Incertitudes

La rencontre des dalles béton des anciennes installations de l'ancienne usine à gaz ayant entraîné des refus, l'existence d'impact sous ses infrastructures ne peut être exclue. Il en est de même au droit des bâtiments existants où aucun sondage n'a pu être réalisé.

Concernant la zone impactée en limite est, au regard de l'historique de la zone, il est possible que la pollution identifiée dans les sols (zone de battement de la nappe) et les eaux souterraines proviennent des anciennes cuves de goudron enterrées présentes au droit de l'actuelle gare routière et liée à l'exploitation de l'ancienne usine à gaz.

En raison de l'évolution du projet d'aménagement après la réalisation des investigations (augmentation des hauteurs des sous-sols, ajout d'un troisième niveau de sous-sol en partie est du projet), aucune donnée sur le milieu sol n'est disponibles au-delà de 6,5 m/sol.

8. Analyse des enjeux (schéma conceptuel)

L'analyse des enjeux permet de définir la nécessité ou non de mettre en œuvre un plan de gestion. Un plan de gestion adapté doit répondre de manière appropriée aux problèmes rencontrés sur le site. Lorsque la connaissance de la zone d'étude est suffisante, l'analyse des enjeux doit permettre de :

- S'assurer de l'adéquation des milieux dans le cadre d'un réaménagement planifié ;
- Identifier les actions proportionnées et adaptées aux situations rencontrées et analysées au travers des outils d'évaluation des risques ;
- Identifier les mesures de gestion telles que la surveillance ou des précautions d'usage (ex : servitudes).

L'analyse de ces enjeux se fait grâce :

- Aux données collectées lors de la caractérisation des milieux (pas de mesures particulières lorsque l'absence d'impact est prouvée par les investigations),
- Aux valeurs de référence existantes et applicables au contexte du site,
- Aux études visant à caractériser la compatibilité du site avec son usage (EQRS/ARR).

Chacun des enjeux identifiés préalablement est analysé ci-après.

L'étude du contexte du site ont permis de recenser les enjeux sur site et hors site. Ceux-ci sont résumés ci-après.

8.1. Rappel du projet d'aménagement sur site

Selon les informations fournies par MOTU 1, le projet d'aménagement consiste en l'implantation d'usages mixtes (logements, bureaux, commerces et services, résidence sénior, auditorium et co-living ou résidence étudiantes). Les bâtiments s'élèveront à différentes hauteurs, entre R+4 et R+6 avec des émergences en R+12 et R+18. Il s'établit sur deux niveaux de parkings enterré comptant un peu plus de 400 places. Après réalisation des investigations, un troisième niveau de sous-sol est projet en partie nord. Le cœur d'ilot sera agrémenté d'un jardin en pleine terre, représentant 27,3 % de l'unité foncière.

Il est à noter que les bâtiments en raison de la construction de 2 à 3 niveaux de sous-sol seront implantés dans la nappe (entre 4 et 4,5 m/sol), **des mesures de gestion des eaux seront à prendre en compte dans la conception des bâtiments (cuvelage) et lors des travaux de construction**. Cette nappe s'écoule vers l'est sud-est et présente un **impact en hydrocarbures totaux, HAP et benzène**. Au vu des concentrations (notamment benzène), il ne peut être exclu à ce stade qu'un pompage des eaux puisse attirer des phases de produit pur lors des travaux, en provenance de la partie est du site (anciennes cuves de goudron ayant pu impacter les sols et la nappe).

Selon les informations transmises par le cabinet d'architectes, les terrains au droit du jardin en pleine terre feront l'objet d'un décaissement sur 1 m d'épaisseur et seront remblayées par des terres saines.

8.2. Schéma conceptuel

8.2.1. Pollution

Les investigations ont mis en évidence des pollutions telles que :

- HCT, HAP, CAV dans les sols en limite est du site ;
- Métaux lourds et cyanures totaux répartis de manière diffuse dans les sols ;
- HCT, HAP, CAV (dont benzène) dans les eaux souterraines au nord du site et en limite est ;
- HCT, COHV, CAV (dont benzène) dans les gaz issus des eaux souterraines au nord du site et en limite est ;
- Hydrocarbures et traces de COHV dans les gaz du sol.

Les pollutions identifiées en limite Est (sols et eaux souterraines), correspondant à un « spot » de pollution au vu de leurs emprises et origine, doivent être purgées quel que soit le projet. L'origine de ce spot de pollution pourrait provenir des anciennes installations existantes en dehors du site (Est), liées à l'ancienne usine à gaz (anciennes cuves de goudron vidangées et remblayées n limite de l'emprise projet).

8.2.2. Vecteurs

La nappe souterraine située à faible profondeur (vers 4 à 4,5 m) est impactée (eau noire hydrocarbonnée) au droit de Pz2 et dans une moindre mesure en Pz4. Les piézomètres aval (Pz1 et Pz5) ne sont pas impactés.

8.2.3. Cibles

Au regard de l'aménagement envisagé, les cibles étudiées sont donc :

- les futurs résidents du site (adultes et enfants) ;
- les futurs salariés du site (commerces, bureaux, résidence séniors...).

8.3. Enjeux

Usage actuel :

Selon les études réalisées par ERG et BG, les pollutions en place n'engendrent pas de risque pour les occupants et pour l'environnement.

Usage futur :

Les 2 à 3 niveaux de sous-sol conduiront à excaver les sols pollués sur la tranche 0-6 m, et pomper les eaux souterraines lors de la phase travaux.

Une contamination résiduelle persistera en dessous de 6 m (en zone saturée), et également dans la nappe au vu des teneurs identifiées à l'amont/latéral du site :

- Risque de migration par capillarité des hydrocarbures au droit des murs du futur bâtiment,
- Risque de dégazage des volatils vers les bâtiments,
- Risque d'émanation d'odeurs.

Une partie des contaminations se situe également au droit du futur jardin en pleine terre au cœur d'ilot :

- Risque d'émanation d'odeurs,
- Mise en place de restrictions d'usage (liées à la pollution résiduelle),
- Mise en place de mesures de gestion (liées à la pollution résiduelle).

8.4. Voies d'exposition potentielles retenues

La voie d'exposition étudiée est l'inhalation de substances volatiles présentes dans les sols les gaz du sol et les eaux souterraines au droit des espaces intérieurs et extérieurs.

Voies d'exposition potentielles	Pris en compte, ou non, dans l'étude	Commentaires
Ingestion de particules de sol	non	Les espaces extérieurs seront recouverts de matériaux artificiels tels que de l'asphalte, ou des terres d'apport saines (terre végétale).
Inhalation de poussières sur site	non	
Contact cutané avec les sols	non	
Inhalation de substances volatiles à partir des sols, des gaz du sol et des eaux souterraines	oui	Les mesures réalisées dans les gaz du sol permettent d'estimer de façon plus réaliste, d'une part, le dégazage des substances volatiles à partir des sols, et potentiellement des eaux souterraines, et d'autre part, l'exposition des usagers.
Ingestion d'eau souterraine contaminée par infiltration à travers les sols	non	Absence de puits au droit du site.
Contact direct ou indirect avec les eaux superficielles	non	Absence d'usage des eaux superficielles
Ingestion de végétaux autoproduits sur site	non	Absence de jardin potager ou arbre fruitier au droit du site.
Ingestion d'eau potable issue des réseaux souterrains	non	Implantation des réseaux souterrains dans des zones non impactées. Dans le cas contraire, les canalisations souterraines situées au droit des zones polluées devront circuler dans des remblais d'apport sains ou devront être de nature imperméable aux substances organiques (acier, fonte, matériau multicouches adapté).

Tableau 32 : Résumé des voies d'exposition

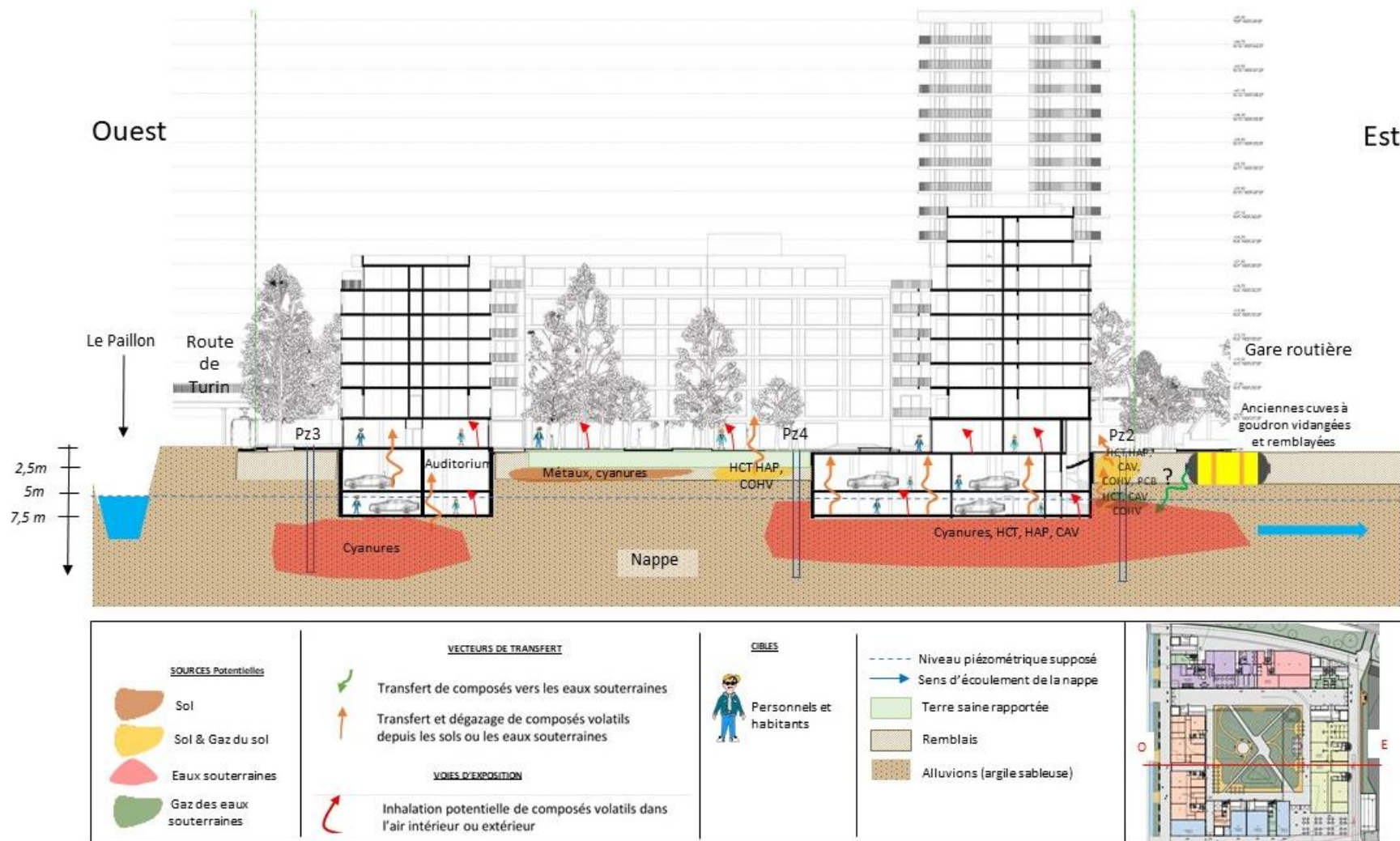


Figure 33 : Schéma conceptuel – usage futur (projet du 02/12/2022)

9. Evaluation de la compatibilité sanitaire

Une Analyse des Risques Résiduels a été réalisée dans le cadre de ce plan de gestion au regard du futur projet d'aménagement présenté ci-avant : **elle indique que les niveaux de risque sont inférieurs aux seuils de risque recommandés dans la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués (rédigée par le Ministère chargé de l'Environnement, avril 2017).**

L'état environnemental du site est donc compatible avec l'usage envisagé.

Le rapport de l'évaluation des risques sanitaires est présenté en Annexe XI.

10. Elaboration du plan de gestion

Le plan de gestion a pour objectif premier de maîtriser les sources de pollution et leurs impacts.

La maîtrise des sources est un aspect fondamental du plan de gestion car elle participe à la démarche globale de réduction des émissions de substances responsables des expositions chimiques.

Quand il sera démontré qu'il n'est pas possible de supprimer la totalité des sources dans des conditions acceptables, il s'agira de garantir que les impacts des émissions provenant des sources résiduelles (ou expositions résiduelles) sont acceptables.

Le processus du plan de gestion est généralement progressif, itératif, évolutif et interactif. Il n'est en aucun cas définitivement figé, il doit être élaboré, avec bon sens, sur la base du projet d'aménagement, dans une perspective de développement durable et de bilan environnemental global.

10.1. Principe général de gestion des pollutions

Sur la base des principes énoncés dans les circulaires ministérielles de février 2007 relatives à la gestion des sites pollués, le plan de gestion doit s'intéresser, dans tous les cas, à étudier les travaux de traitement envisageables pour les « sources de pollution concentrées » (flottants sur les eaux souterraines, terres imprégnées de produits, produits purs, ...) et les incompatibilités sanitaires.

Les mesures de gestion d'un site n'étant pas uniques, une synthèse des options possibles sur le site sera présentée dans un bilan coûts-avantages. Les mesures de gestion proposées se baseront sur les éléments suivants :

- Les caractéristiques physico-chimiques des substances et de l'environnement,
- La performance intrinsèque des techniques de traitement,
- Les mesures constructives passives ou actives,
- Les mesures de confinement,
- Une évaluation des risques sanitaires,
- Le plan de surveillance,
- Le bilan coûts-avantages.

Les scénarios de gestion sont alors évalués sur différents critères tels que leur faisabilité technique, leur mise en œuvre, leur impact environnemental, leur performance, et leur coût de mise en œuvre.

Le bilan coûts-avantages doit fournir des éléments factuels de comparaison de chacune des solutions pertinentes. La justification des choix des techniques et la définition des mesures de gestion s'appuieront sur des critères explicites, argumentés et transparents.

10.2. Détermination des pollutions concentrées dans les sols

Sur la base des principes énoncés dans les circulaires ministérielles d'avril 2017 relatives à la gestion des sites pollués, le plan de gestion doit s'intéresser, dans tous les cas, à étudier les travaux de traitement envisageables pour les « sources de pollution concentrée ». La notion de « pollution concentrée » dépend de la qualité générale du site.

La définition des « sources de pollution concentrée » et de l'emprise des « sols contaminés » a été réalisée au droit du site en utilisant le guide de l'UPDS17 portant sur les travaux du GT Pollution Concentrée paru en Décembre 2014, et notamment en croisant les résultats de minimum deux méthodes de détermination des pollutions concentrées, soit :

- La méthode de détermination par analyse statistique ;
- La méthode de bilan massique ;
- La méthode de détermination par interprétation cartographique.

En l'absence de données sur le milieu sol au-delà de 6,5 m, la détermination des pollutions concentrées a été réalisée uniquement sur les tranches de 0 à 7 m.

10.2.1. Méthode de détermination par analyse statistique

L'objectif de l'analyse statistique proposée est de caractériser la présence d'un éventuel bruit de fond et/ou de valeurs anormales significativement différentes dans la distribution des concentrations. Elle doit donc permettre de rechercher et distinguer les différentes populations de valeurs présentes et, de proposer un seuil de coupure pour la pollution concentrée, basé sur les différentes populations de valeurs qui auront pu être identifiées.

10.2.1.1. Analyse statistique simple des données

L'analyse statistique simple des résultats de l'ensemble des concentrations en HCT totaux mesurées dans les sols du site (totalité du site, investigations BG 2017 et Antea Group 2022) indique les éléments suivants :

- La moyenne est égale à 167 mg/kg ;
- La médiane est égale à 20 mg/kg ;
- Une concentration maximale de 4 200 mg/kg ;
- 80 % des concentrations mesurées au droit du site sont inférieures ou égales à 120 mg/kg ;

7 La définition proposée par l'UPDS concernant la pollution concentrée est la suivante : « volume de milieu souterrain à traiter, délimité dans l'espace, au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de ce volume ».

Le guide indique que la définition des zones de pollution concentrée doit être réalisée à l'issue des investigations.

Les composés pris en compte dans ce traitement de données sont ceux pour lesquels il a été mis en évidence la présence d'enjeux sanitaires ou environnementaux et pour lesquels les données étaient disponibles en quantités suffisantes pour réaliser un traitement pertinent, à savoir, les COHV dans les gaz du sol.

- 90 % des concentrations mesurées au droit du site sont inférieures ou égales à 218 mg/kg ;
- 95 % des concentrations mesurées au droit du site sont inférieures ou égales à 461 mg/kg.

Les concentrations maximales mesurées pour les autres paramètres sont :

- BTEX : 23,99 mg/kg
- CAV : 29 mg/kg
- COHV : 1 mg/kg
- HAP : 659 mg/kg
- PCB : 0,23 mg/kg
- Cyanures totaux : 150 mg/kg

A noter que les valeurs en hydrocarbures totaux, BTEX et HAP dépassent les seuils de référence ISDI.

10.2.1.2. Analyse des fréquences cumulées

D'après le graphique ci-après, les seuils de ruptures qui se dégagent pour les HCT C10 C40 sont :

- 47,9 mg/kg ;
- 194 mg/kg ;
- 501 mg/kg.

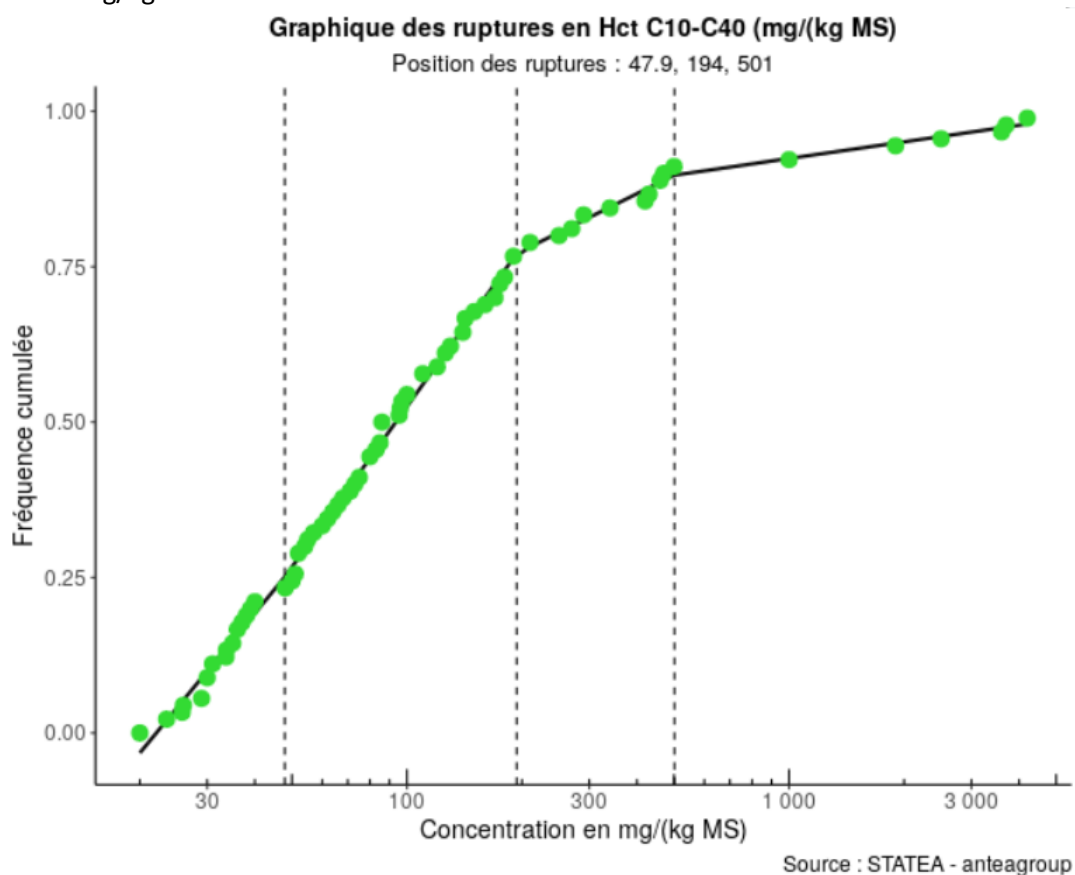


Figure 34 : Fréquence cumulée des concentrations en HCT dans les sols

D'après le graphique ci-après, les seuils de ruptures qui se dégagent pour les HAP sont :

- 3,6 mg/kg ;
- 14 mg/kg ;
- 67,7 mg/kg.

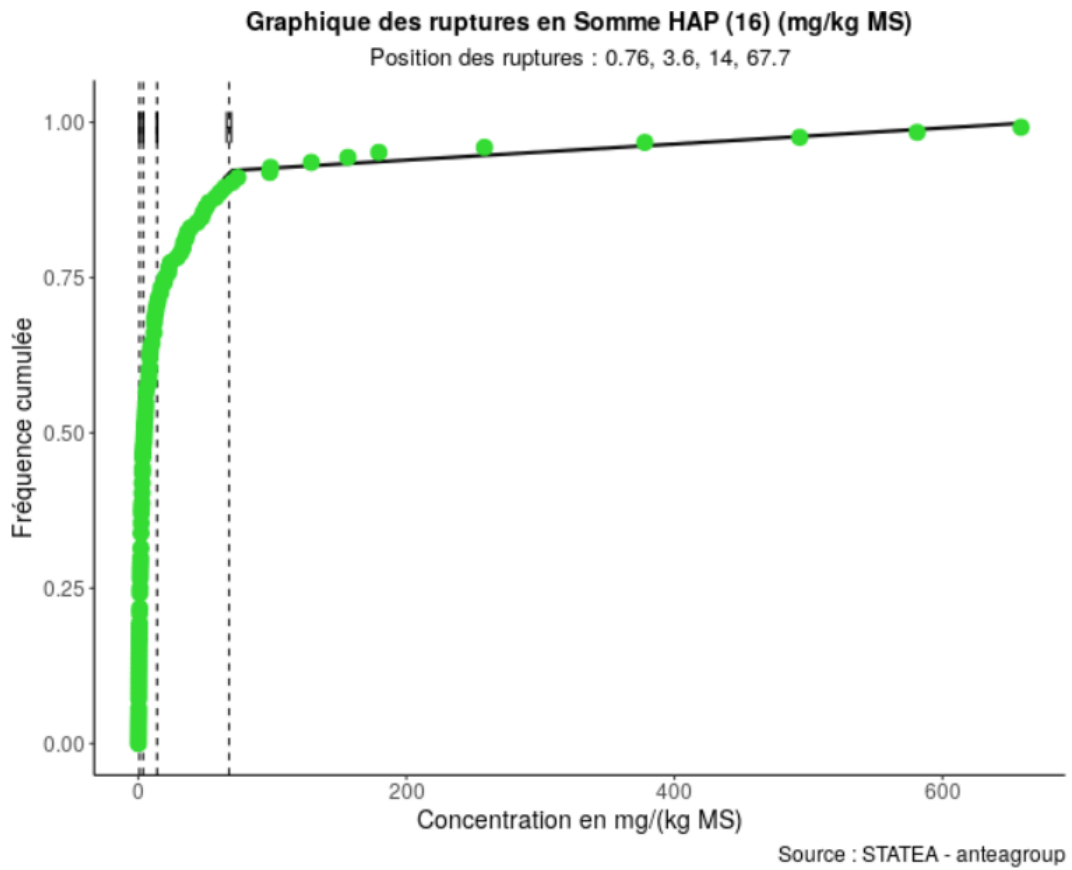


Figure 35 : Fréquence cumulée des concentrations en HCT dans les sols

10.2.1.3. Répartition et distribution des concentrations

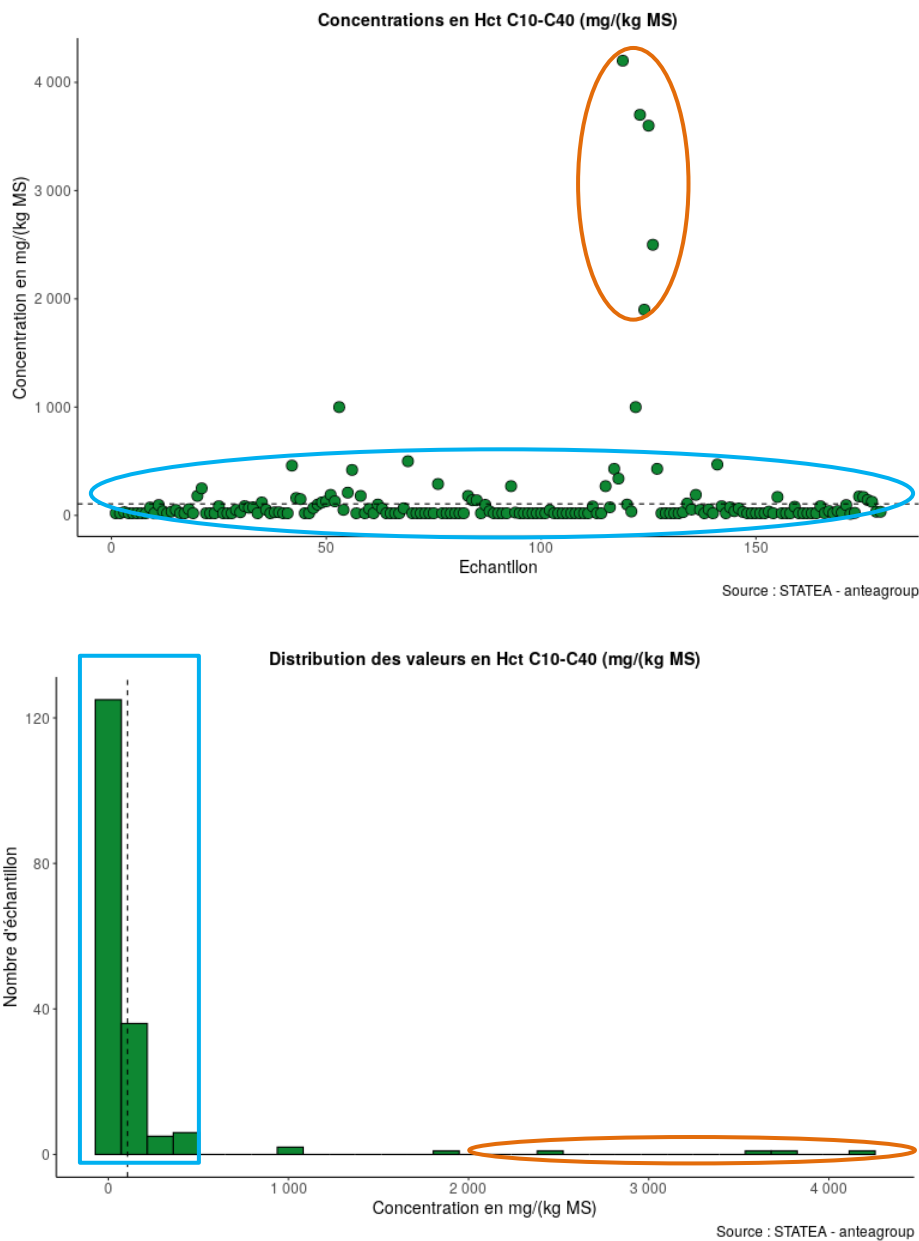


Figure 36 : Répartition et distribution des concentrations en HCT dans les sols

Les figures ci-avant font apparaître un pool d'échantillons entre 0 et 500 mg/kg, qui seraient assimilable au bruit de fond, et des points éparses au-delà de 2 000 mg/kg centrés au droit des sondages S24 et S25, caractérisant un **spot de pollution**.

Sur la base de cette analyse statistique, **une valeur limite de définition de la pollution concentrée en hydrocarbures de type spot sur le site peut être proposée à 2 000 mg/kg en hydrocarbures C10-C40 dans les sols**. La population entre 500 - 2000 mg/kg représenterait la pollution diffuse et résiduelle (puisque cette population restant potentiellement en place est supérieure au bruit de fond) et la population 0 - 500 mg/kg le bruit de fond.

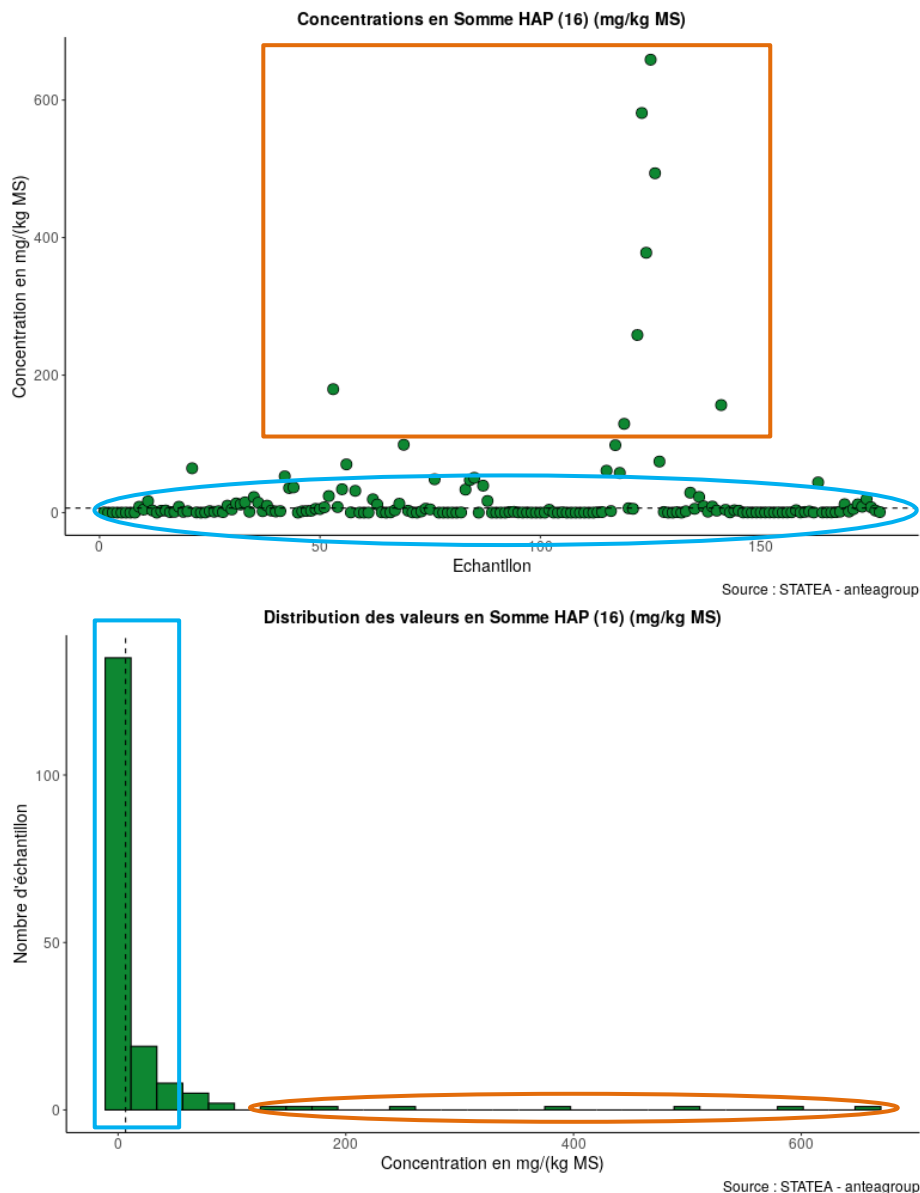


Figure 37 : Répartition et distribution des concentrations en HAP dans les sols

Les figures ci-avant font apparaître un pool d'échantillons entre 0 et 50 mg/kg, qui seraient assimilable au bruit de fond, et des points éparses au-delà de 100 mg/kg centrés principalement au droit des sondage S24 et 25, caractérisant une pollution de type spot.

Sur la base de cette analyse statistique et en appliquant le principe de précaution, **une valeur limite de définition de la pollution concentrée en HAP sur le site peut être proposée à 100 mg/kg en HAP dans les sols**. La population entre 50 et 100 mg/kg représenterait la pollution diffuse et résiduelle et la population 0 -50 mg/kg le bruit de fond.

10.2.1.4. Conclusion de l'analyse statistique

En raison des impacts limités relevés au regard du nombre important d'analyses réalisées (pollution de type « spot »), Antea Group propose de retenir un seuil de coupure pour les Hydrocarbures HCT C10 C40 dans les sols égal à 2 000 mg/kg et en HAP dans les sols égal à 100 mg/kg.

10.2.2. Méthode de détermination par interprétation cartographique

Des cartographies des concentrations ont été réalisées par la méthode d'interpolation des « les plus proches voisins » pour chaque tranche métrique de sol (absence de données au-delà de 6,5 m).

Les interpolations montrent :

- Tranche 0-1 m : un spot isolé en HAP au centre ouest du site (SW1), il conviendra de lever les incertitudes par la réalisation de sondages au droit des bâtiments, une fois ceux-ci démolis.
- Tranche 0-3 m : spots de pollution en HAP et dans une moindre mesure en hydrocarbures totaux au nord et en limite est du site, extension spatiale mal maîtrisée pour l'impact au nord du site en raison de l'absence de données au droit des bâtiments et de l'absence de données au droit de la parcelle au nord-ouest de l'emprise projet.
- Tranche 3-7 m : Des spots isolés en HAP au nord du site et en hydrocarbures totaux et HAP en limite est du site.









Figure 38 : Modélisations de l'impact en HCT dans les sols (données 2017 et 2022)









Figure 39 : Modélisations de l'impact en HAP dans les sols (données 2017 et 2022)

Ces modélisations font ressortir des incertitudes sur l'extension à l'est et au nord du site en raison de l'absence de données liée à la présence de bâtiments (magasins et maison au nord, absence de sondages) ou de données analytiques en profondeur du fait des nombreux refus rencontrés lors de la réalisation des sondages (rencontre des dalles bétons des anciens gazomètres).

Les volumes estimés pour le calcul des coûts présentés ci-après sont issues de ces modélisations et de leur interpolation.

10.2.3. Bilan massique

Il s'agit de déterminer un seuil de coupure (ou objectif de dépollution) « théorique », au-dessus duquel il serait intrinsèquement intéressant de traiter ces sols afin de retirer le maximum de la masse de polluant, tout en ne traitant qu'un volume de sol limité.

Ce seuil de coupure théorique ne tient donc pas compte, à ce stade, des autres dimensions essentielles d'un projet de dépollution, que sont (notamment) :

- Le volet sanitaire ;
- La mobilité des polluants ;
- Les techniques de dépollution disponibles ;
- Les usages du site et les aménagements actuels ou futurs ;
- Les objectifs de qualité des milieux, et ;
- Les aspects financiers.

La prise en compte de ces aspects complémentaires doit être réalisée dans un deuxième temps, dans le cadre du Plan de Gestion.

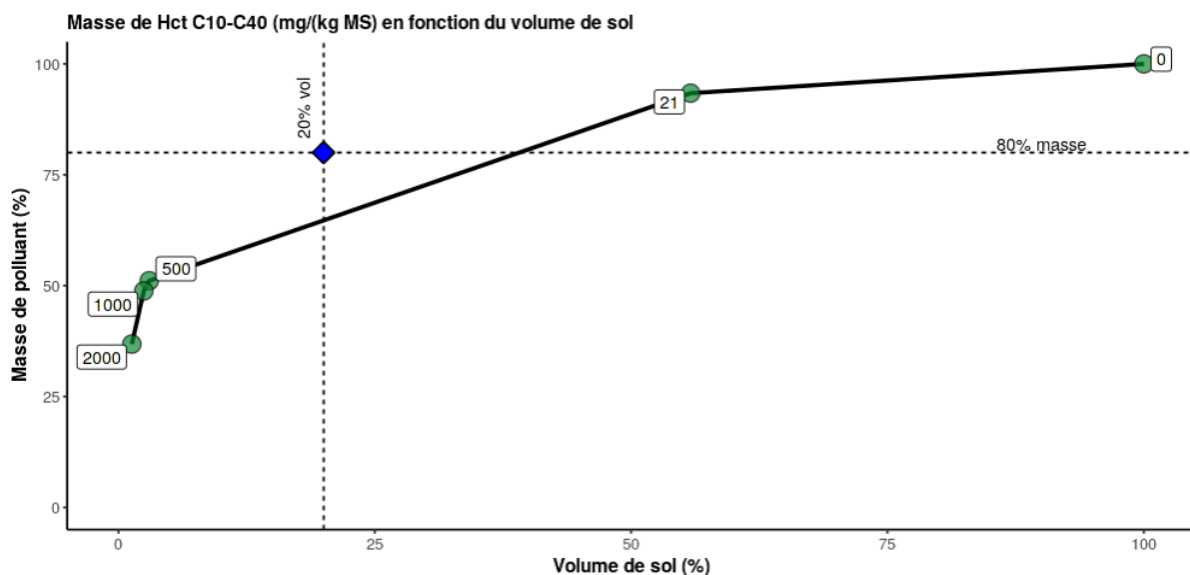


Figure 40 : Bilan massique -Hct

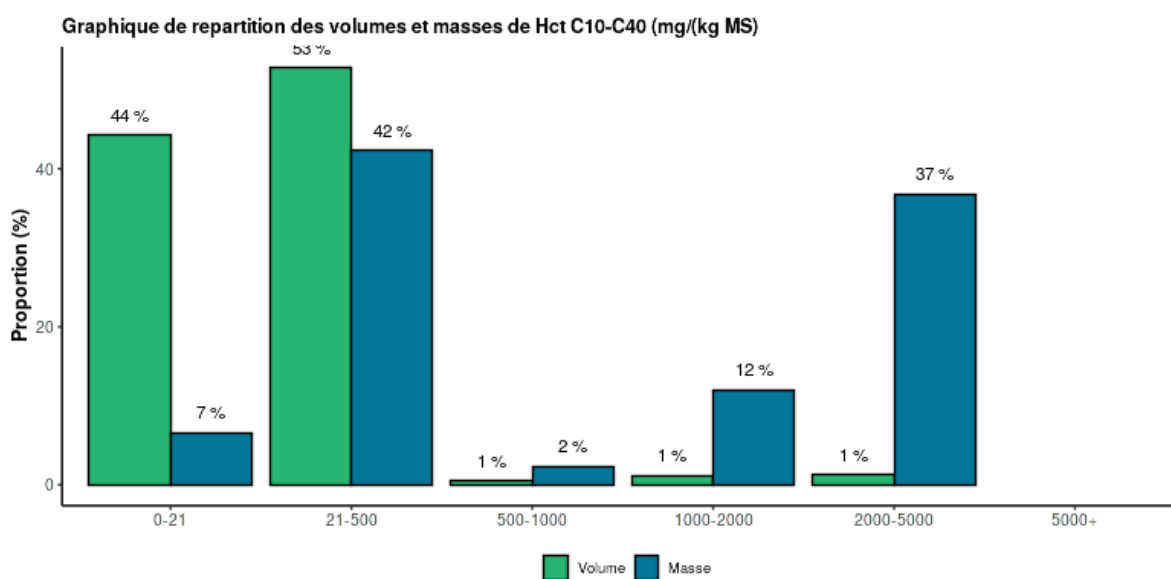


Figure 41 : Répartitions des masses et volumes en Hct

La figure montre que fixer un seuil de coupure théorique en hydrocarbures totaux à :

- **2 000 mg/kg, permet de traiter environ 36,8 % de la masse totale de polluant en ne traitant que 1,3 % du volume total de sol ;**
- 1 000 mg/kg, permet de traiter environ 48,8 % de la masse totale de polluant en ne traitant que 2,5 % du volume total de sol ;
- 500 mg/kg, permet de traiter environ 51,1 % de la masse totale de polluant en traitant 3% du volume total de sol.

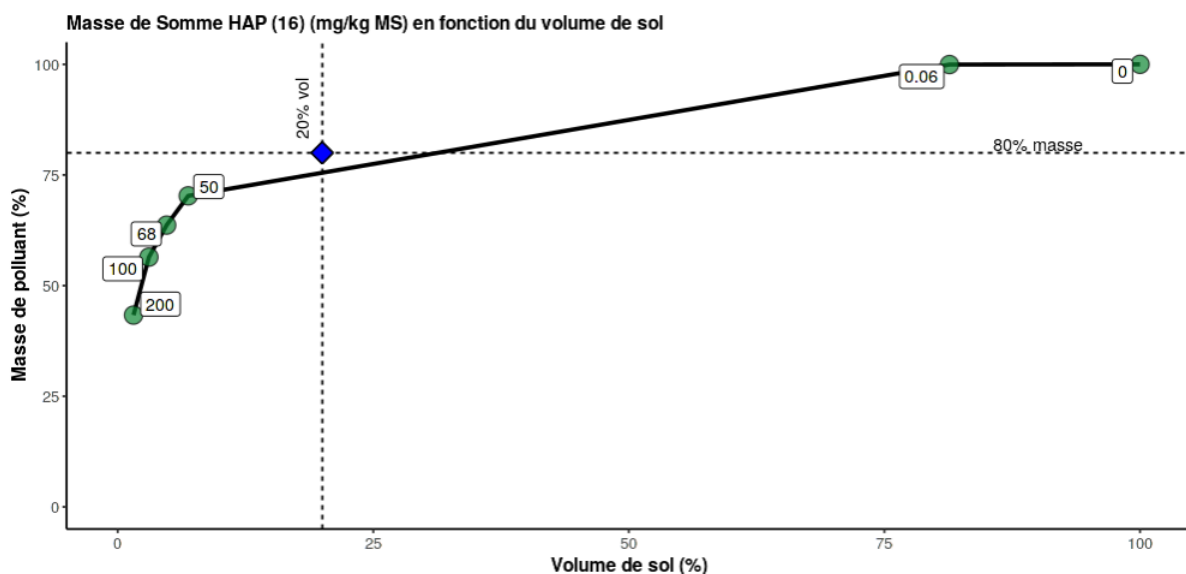


Figure 42 : Bilan massique -HAP

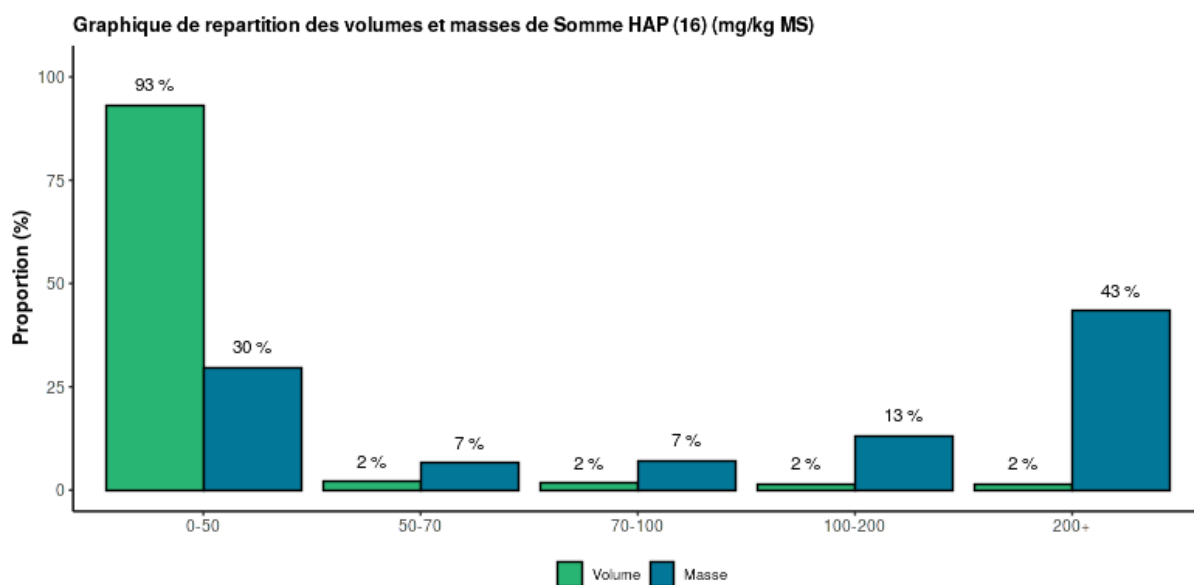


Figure 43 : Répartitions des masses et volumes en HAP

La figure montre que fixer un seuil de coupure théorique en hydrocarbures totaux à :

- 200 mg/kg, permet de traiter environ 43 % de la masse totale de polluant en ne traitant que 1,5 % du volume total de sol ;
- **100 mg/kg, permet de traiter environ 57 % de la masse totale de polluant en ne traitant que 3,1 % du volume total de sol ;**
- 68 mg/kg, permet de traiter environ 64 % de la masse totale de polluant en traitant 4,8% du volume total de sol.

Ces éléments montrent que l'application du « principe de Pareto » classiquement recherché pour éliminer 60 à 80 % de la masse de polluant compris dans 20 à 30 % des sols du site n'est pas envisageable pour le site objet de l'étude. La pollution observée s'apparente ainsi d'avantage à la présence de « spots » de pollution.

10.3.Scénarios du plan de gestion

10.3.1. Scénarios étudiés

Parmi les volumes calculés, on distinguera ceux correspondant :

- au projet : volumes associés aux déblais excavés lors de la création des futurs niveaux de sous-sol,
- au traitement des spots d'hydrocarbures totaux et HAP localisés au nord et en limite est du site. Le calcul des volumes a été appréhendé en considérant les seuils de coupures en HCT C10 C40 et HAP suivant :
 - Hydrocarbures totaux C10-C40 > 2 000 mg/kg ;
 - HAP : > 100 mg/kg.

Les scénarii étudiés sont :

Scénario	Description
A	Gestion des spots de pollutions uniquement inclus dans la gestion des matériaux excavés dans le cadre du Projet*(soit environ 56 % du volume de la totalité des spots de pollution)
B	Gestion de la totalité des spots de pollution et des matériaux excavés dans le cadre du projet

**projet de l'aménagement envisagé selon les plans transmis dans le cadre de ce dossier (02/12/2022)*

Tableau 33 : scénarii de gestion étudiés

A noter que les volumes calculés sont des volumes en place interpolés/extrapolés par les cartographies et hors talutage.

10.3.2. Estimations des volumes contaminés

10.3.2.1. Estimations des volumes projet scénario A

Dans ce scénario (**Gestion des spots de pollutions uniquement inclus dans la gestion des matériaux excavés dans le cadre du Projet**), on distingue uniquement le volume de matériaux lié au décaissement des futurs niveaux de sous-sol enterrés, soit 44 233 m³ réparti comme suit :

Niveau	Cote altimétrique (en m NGF)	Epaisseur à excaver (m)	Surface (m ²)	Volume à excaver (m ³)
Sous-sol -1	+ 17,50 (TN) à + 13,20	4,3	6 230	26 789
Sous-sol -2	+13,20 à + 10,40	2,8	6 230	17 444
Total :				44 233 m³

Tableau 34 : Volume de terre à excaver – emprise sous-sols

Afin de prendre en compte la mise en œuvre des fondations, nous avons retenu un décaissement supplémentaire sous les niveaux bruts des sous-sols pour les fondations, soit un terrassement à 8 m de profondeur. Nous obtenons donc un volume global de terre à gérer dans le cadre du projet estimé à **49 840 m³** réparti comme suit :

- Volume matériaux inertes : 41 427 m³
- Volume matériaux non inertes : 8 413 m³

Le volume de matériaux non inertes issu du décaissement des niveaux de sous-sols **et incluant notamment les spots de pollution** a été estimé par extrapolation de notre logiciel STATEA. Ce volume non inerte (8 413 m³) :

- Représente environ 17 % du volume à terrasser dans le cadre de la construction des deux premiers niveaux de sous-sols,
- Comprend environ 56% du volume total des spots de pollution mis en évidence sur le site.

Estimations des volumes de spot de pollution du scénario A (selon données disponibles sur les sols – tranche 0-6 m)

- Au droit des futurs sous-sols, le volume de spot de pollution en hydrocarbures est estimé via les modélisations STATEA à 508 m³ pour un seuil de coupure en HCT > 2 000 mg/kg.
- Au droit des futurs sous-sols, le volume de spot de pollution en HAP est estimé via les modélisations à 1 233 m³ pour un seuil de coupure HAP > 100 mg/kg.

A noter que l'étude de la répartition des spots indique que les HAP sont les marqueurs de la pollution : le spot d'hydrocarbures est totalement inclus dans le spot de HAP. **Ainsi, le volume de spot de pollution hydrocarbures + HAP est de 1 233 m³.**

En considérant les données de la tranche 5-6m et sur l'hypothèse que les sols sous-jacents possèdent les mêmes qualités, le volume de spot de pollution atteint 1 759 m³ pour un terrassement à 8 m de profondeur, en raison de la présence d'un spot de pollution en partie Est du site.

Les filières de gestion hors site susceptibles d'accueillir les terres non inertes et les volumes associées sont présentées ci-après sur la base des résultats d'analyse (les observations organoleptiques n'ont pas été intégrées dans cette répartition en première approche). Les détails de la répartition par tranche de sol des spots de pollution y ont également été intégrés :

Catégories pressenties des terres à terrasser						
	Profondeur (en m)	Inerte (ISDI)	ISDI+*	ISDND ou biocentre*	ISDD*	Dont spot de pollution
1^{er} niveau de sous-sol	0 - 1	5 272	343	455	160	160
	1 - 2	3 930	805	1 170	325	320
	2 - 3	3 895	1 690	560	85	82
	3 - 4	5 265	-	880	85	245
2^{ème} niveau de sous-sol	4 - 5	5 740	-	325	165	163
	5 - 6	5 775	190	-	265	263
	6 - 7	5 775**	190**	-	265**	263**
Fondations	7 - 8	5 775**	190**	-	265**	263**
	Sous total	41 427	3 408	3 390	1 615	1 759

*Sous réserve de la délivrance d'un CAP par les filières

** Prise en compte des données de la tranche 5-6 m en raison de l'absence de données

Tableau 35 : Bilan des volumes estimés de terres et catégorie de gestion pressenties au droit des futurs sous-sol (2 niveaux)

Il est à noter :

- Que les matériaux à terrasser au-delà de 6 m de profondeur (ajustement du projet d'aménagement au cours de l'étude avec l'augmentation des hauteurs) ont été considérés identiques aux terrains rencontrés dans la couche 5-6 m : **il conviendra de confirmer ces éléments (via la réalisation de sondages complémentaires ou lors des terrassement).**
- Que des incertitudes demeurent sur les filières pressenties au droit des bâtiments existants en raison de l'absence de données analytiques.







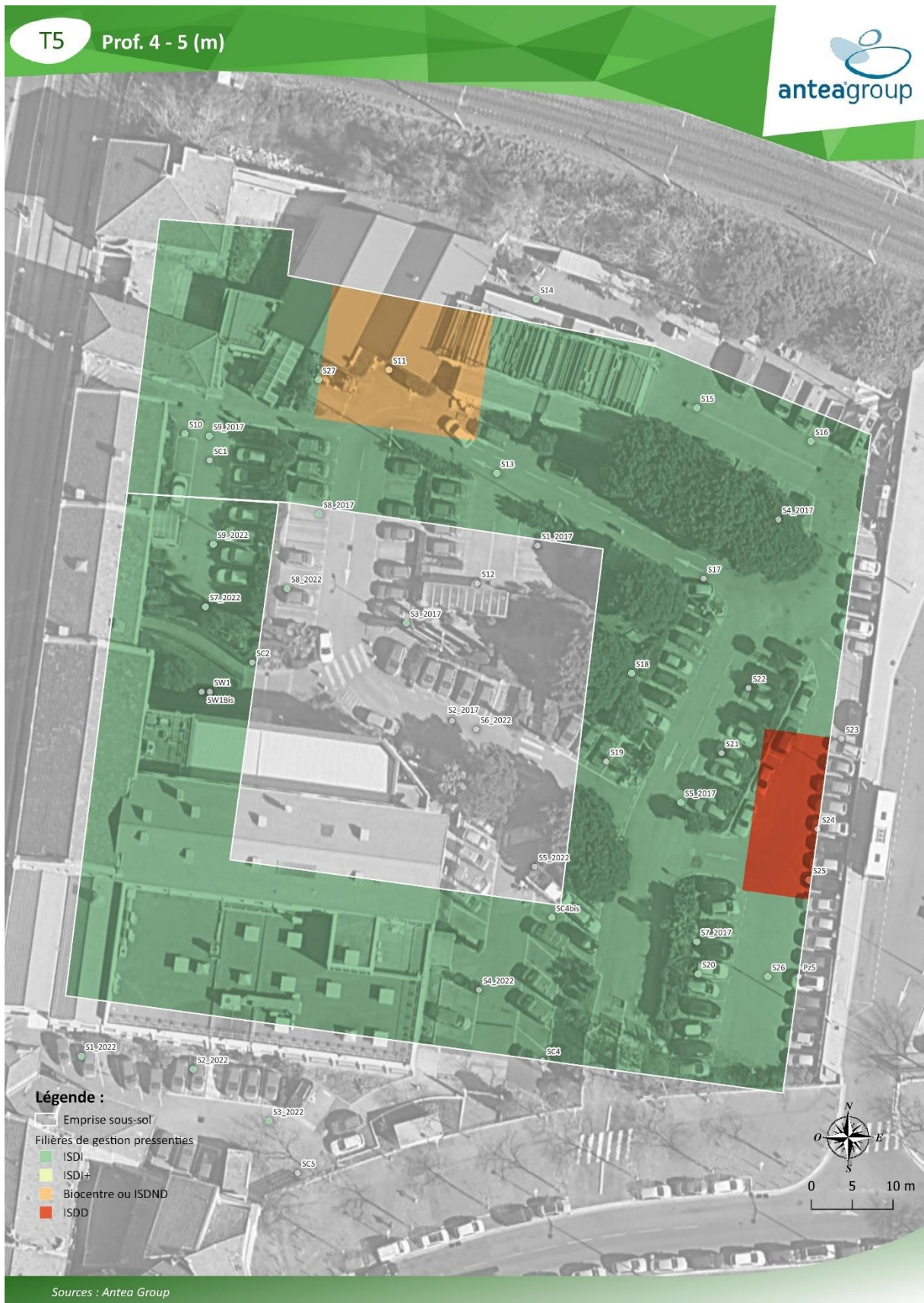




Figure 44 : Plans de terrassement des sous-sols par tranche de 1 m

Nom de l'échantillon	Paramètres déclassant	Filière de gestion pressentie	Nom de l'échantillon	Paramètres déclassant	Filière de gestion pressentie	Nom de l'échantillon	Paramètres déclassant	Filière de gestion pressentie
S1 0-1m	-	ISDI	S11 0-1m	-	ISDI	S19 0-1m	-	ISDI
S1 1-2m	-	ISDI	S11 1-2m	HCT, HAP	ISDD	S19 1-2m	-	ISDI
S1 2-3m	-	ISDI	S11 2-3m	-	ISDI	S19 2-3m	-	ISDI
S1 3-4m	-	ISDI	S11 3-4m	-	ISDI	S20 0-1m	-	ISDI
S1 4-5m	-	ISDI	S11 4-5m	HAP	ISDND ou biocentre	S20 1-2m	-	ISDI
S1 5-6m	-	ISDI	S11 5-6m	-	ISDI	S20 2-3m	-	ISDI
S2 0-1m	Cr	ISDI+	S12 0-1m	Fluorures	ISDI+	S20 3-4m	-	ISDI
S2 1-2m	FS, sulfates	ISDND ou biocentre	S12 1-2m	-	ISDI	S20 4-5m	-	ISDI
S2 2-3m	-	ISDI	S12 2-2,8m	Fluorures	ISDI+	S20 5-6m	-	ISDI
S2 3-4m	-	ISDI	S13 0-1m	-	ISDI	S21 0-1m	-	ISDI
S2 4-5m	-	ISDI	S13 1-2m	-	ISDI	S21 1-2m	-	ISDI
S3 0-1m	-	ISDI	S13 2-3m	-	-	S22 0-1m	-	ISDI
S3 1-2m	-	-	S13 3-4m	-	ISDI	S22 1-2m	-	ISDI
S3 2-3m	FS, sulfates	ISDND ou biocentre	S13 4-5m	-	-	S23 0-1m	HAP	ISDND ou biocentre
S3 3-4m	FS, sulfates	ISDND ou biocentre	S13 5-6m	-	ISDI	S24 0-1m	-	ISDI
S3 4-5m	-	ISDI	S14 0-1m	HCT HAP	ISDND ou biocentre	S24 1-2m	HAP	ISDND ou biocentre
S3 5-6m	-	ISDI	S14 1-2m	FS et sulfates	ISDND ou biocentre	S24 2-3m	HAP	ISDND ou biocentre
S4 0-1m	-	ISDI	S14 2-3m	FS et sulfates	ISDI+	S24 3-4m	HAP	ISDND ou biocentre
S4 1-2m	HAP	ISDND ou biocentre	S14 3-4m	-	ISDI	S25 0-1m	-	ISDI
S5 0-1m	-	ISDI	S14 4-5m	-	ISDI	S25 1-2m	-	ISDI
S6 0-1m	-	ISDI	S14 5-6m	-	ISDI	S25 2-3m	HAP	ISDD
S6 1-2m	Fluorures	ISDI+	S15 0-1m	-	ISDI	S25 3-4m	HAP	ISDD
S6 2-2,7m	Fluorures	ISDI+	S15 1-2m	-	ISDI	S25 4-5m	HAP	ISDD
S7 0-1m	-	ISDI	S15 2-3m	-	ISDI	S25 5-6m	HAP	ISDD
S7 1-2m	-	ISDI	S15 3-4m	-	ISDI	S25 6-6,5m	HAP	ISDD
S7 2-3m	-	ISDI	S15 4-5m	-	ISDI	S26 0-1m	HAP	ISDND ou biocentre
S7 3-4m	-	ISDI	S15 5-6m	-	ISDI	S26 1-2m	-	ISDI
S7 4-5m	-	ISDI	S16 0-1m	-	ISDI	S26 2-3m	-	ISDI
S7 5-5,5m	-	ISDI	S16 1-2m	FS, sulfates	ISDI+	S26 3-4m	-	ISDI
S8 0-1m	-	ISDI	S16 2-3m	FS, sulfates, Sb	ISDI+	S26 4-5m	-	ISDI
S8 1-3m	-	ISDI	S16 3-4m	-	ISDI	S26 5-6m	-	ISDI
S8 3-4m	FS, sulfates	ISDND ou biocentre	S16 4-5m	-	ISDI	S27 0-1m	-	ISDI
S8 4-5m	-	ISDI	S16 5-6m	-	ISDI	S27 1-2m	-	ISDI
S8 5-5,5m	-	ISDI	S16 6-6,5m	-	-	S27 2-3m	-	ISDI
S8 5,5-6m	-	ISDI	S17 0-1m	-	ISDI	S27 3-4m	-	ISDI
S9 0-1m	-	ISDI	S17 1-2m	-	ISDI	S27 4-5m	-	ISDI
S9 1-2m	-	ISDI	S18 0-1m	-	ISDI	S27 5-6m	-	ISDI
S9 2-3m	-	ISDI	S18 1-2 m	-	ISDI	SW1 0-1m	HAP	ISDND ou biocentre
S9 3-4m	HAP	ISDND ou biocentre	S18 2-3m	-	ISDI	SW1Bis 0-1m	-	ISDI
S9 4-5m	-	ISDI	S18 3-4m	-	ISDI	Pz5 5-6m	-	ISDI
S9 5-6m	Sb	ISDND ou biocentre	S18 4-5m	-	ISDI	Pz5 6-7m	-	ISDI
S10 0-1m	-	ISDI	S18 5-6m	-	ISDI	Pz5 7-8m	-	ISDI
S10 1-2m	Sb	ISDI+						
S10 2-3m	Sb	ISDI+						
S10 3-4m	-	ISDI						
S10 4-5m	-	ISDI						
S10 5-6m	-	ISDI						

Tableau 36 : Catégories de gestion des terres pressenties et paramètres déclassant

10.3.2.2. Estimations des volumes projet scénario B

Ce scénario consiste à gérer la totalité des spots de pollution (hydrocarbures et HAP), ainsi que les matériaux excavés dans le cadre du projet (sous-sol).

Le volume de matériaux lié au décaissement des futurs niveaux de sous-sol enterrés et fondations, soit à **49 840 m³** réparti comme suit :

- Volume matériaux inertes : 41 427 m³
- Volume matériaux non inertes : 8 413 m³

Estimations des volumes de spot de pollution du scénario B (selon données disponibles sur les sols – tranche 0-6 m)

- le **volume de spot de pollution en hydrocarbures** est estimé via les modélisations STATEA à 870 m³ pour un seuil de coupure en HCT > 2 000 mg/kg.
- le **volume de spot de pollution en HAP** est estimé via les modélisations à 2 036 m³ pour un seuil de coupure HAP > 100 mg/kg.

A noter que l'étude de la répartition des spots indique que les HAP sont les marqueurs de la pollution : le spot d'hydrocarbures est totalement inclus dans le spot de HAP. **Ainsi, le volume de spot de pollution hydrocarbures + HAP est de 2 036 m³.**

On note que :

- la réalisation des sous-sols traite **une majorité de l'enlèvement des spots de pollution** estimée sur site (entre 60 et 70 %) ;
- le seuil de coupure en HAP de 100 mg/kg permet également de **traiter la pollution en hydrocarbures à un seuil de coupure de 1000 mg/kg**. Le volume estimé en HAP (> 100 mg/kg) étant de 2 036 m³ contre 1 650 m³ de terres supérieures à 1 000 mg/kg en hydrocarbures totaux :

Profondeur (en m)	Seuils de coupure en Hct C10-C40 et HAP	
	HCT > 2000 mg/kg	HAP > 100 mg/kg
	Volume en m ³ (en place, hors talutage)	
0 - 1	-	225
1 - 2	-	456
2 - 3	-	163
3 - 4	322	322
4 - 5	-	323
5 - 6	548	548
Sous total	870	2 036

NB : les tranches 4- 5 et 5-6 sont considérées comme étant en zone saturée.

Tableau 37 : Bilan des volumes estimés de pollution concentrée (scénarios B)

En considérant les données de la tranche 5-6 m et que les sols sous-jacents possèdent les mêmes qualités, le volume de spot de pollution atteint 3 132 m³ (2 036 m³ + 548 m³x2) pour une prise en compte de la pollution jusqu'à 8 m de profondeur.

Scénario	Description	Volumes impactés estimés (en m ³)
A	Gestion des spots de pollutions uniquement inclus dans la gestion des matériaux excavés dans le cadre du Projet (terrassement des sous-sols)	Emprise des sous-sols : 8 413 m ³ non inertes dont 1 759 m ³ de spot de pollution
B	Gestion de la totalité des spots de pollution et des matériaux excavés dans le cadre du projet (terrassement des sous-sols)	Emprise des sous-sols : 8 413 m ³ non inertes dont 1 759 m ³ de spot de pollution Spots de pollution au-delà de l'emprise des sous-sols : 1 373 m ³

Tableau 38 : scénarios de gestion étudiés et volumes associés

10.4. Techniques de traitement applicables

Cette partie présente les techniques de traitement et les mesures de gestion applicables au site, ainsi que les avantages et inconvénients associés.

Compte-tenu du type de pollution observé et du projet d'aménagement, les mesures de gestion envisageables sur l'ensemble du site sont présentées dans les chapitres suivants.

10.4.1. Présélection des techniques

Les différentes techniques de dépollution peuvent être classées en fonction de la nature 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 biologiques** : ils consistent à utiliser des micro-organismes, le plus souvent des bactéries (mais aussi des champignons et des végétaux), pour favoriser la dégradation totale ou partielle des polluants. Certains bioprocédés permettent aussi de fixer ou de solubiliser certains polluants ;
- Les **procédés thermiques** : ils utilisent la chaleur pour détruire le polluant (ex : incinération, thermolyse), l'extraire (ex : désorption thermique), ou de le rendre inerte (ex : vitrification, ...)
- Les **procédés chimiques** : ils utilisent les propriétés chimiques des polluants pour, à l'aide de réactions appropriées, les inerte (précipitation, ...), les détruire (oxydation, réduction, ...) ou les séparer du milieu pollué (surfactants, ...).

Les techniques de dépollution peuvent aussi être classées en fonction du lieu de traitement :

- Traitements hors site (ou ex situ) : ils supposent l'excavation/extraction du milieu pollué (déchets, terre, eau) et son évacuation vers un centre de traitement approprié ;
- Traitements sur site (ou on site) : ils consistent à excaver les terres et à les traiter sur le site même ;
- Traitements in situ (ou en place) : ils correspondent à un traitement sans excavation, les sols est laissé en place. Il s'agit alors soit d'extraire le polluant seul, soit de le dégrader ou de le fixer dans le sol ;
- Confinement : il consiste à empêcher / limiter la migration des polluants.

D'une manière générale, les différentes techniques de réhabilitation, pour des contaminations de type organiques, sont présentées dans le tableau ci-après.

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	+	+	+	+	-	-	+
Bioterre	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

Tableau 39 : Matrice de possibilité de réhabilitation pour les polluants organiques (Source : Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices, BRGM/RP - 58609 - FR, Juin 2010)

A noter que les techniques in-situ peuvent laisser de la pollution résiduelle :

- Dans la zone non saturée (pollution récalcitrante adsorbée – limite technique de la méthode),
- En provoquant des phénomènes de relargage/remobilisation vers la nappe.

Quelle que soit la technique in situ envisagée, la contamination résiduelle doit pouvoir être maîtrisée.

10.4.2. Filières envisageables et couts

Les filières pressenties à ce stade sont :

- Installations de stockage de déchets inertes dite ISDI pour les terres conformes à l'arrêté du 12/12/2014 et ne présentant pas d'indice organoleptique de pollution
- Installations de stockage de déchets Non inertes aménagée dite ISDI+ et bénéficiant d'une dérogation pour les seuils de certains paramètres, à savoir 3 fois les seuils ISDI sur éluat,
- Installations de stockage de déchets Non Dangereux dite ISDND ou Biocentre pour les terres présentant des concentrations supérieures aux seuils ISDI et ISDI+,
- Installations de stockage de déchets Dangereux dite ISDD pour les terres présentant des concentrations supérieures aux seuils ISDND ou Biocentre.

Les prix moyens pratiqués par les filières d'élimination et utilisés pour le chiffrage (hors TGAP) sont :

Filières	Cout moyen (transport + traitement) en € HT /T	Surcout moyen (transport + traitement) en € HT /t
ISDI	28 à 30	0
ISDI+	38 à 40	10 à 12
ISDND	80 (avec traitement physico) à 135 (hors TGAP)	52 à 105
Biocentre	77 à 80	49 à 52
ISDD	160 à 170 (hors TGAP)	132 à 142

*TGAP 2022 : ISDND 58 € HT/T ; ISDD : 26,58 € HT/T

Tableau 40 : Filières pressenties, coût et surcoût

Le surcout d'élimination représente le cout complémentaire (élimination et TGAP) des matériaux présentant des critères discriminants par rapport à une élimination en ISDI. Ce surcout inclut la mise en décharge et le transport mais n'inclut pas l'organisation du chantier et tout autre travaux (terrassment, chargement, tri, stockage temporaire, mise en sécurité, rabatement des eaux, remise en état, HSE, démarches administratives, frais généraux...).

Filières	Volume estimé (m3)	Tonnage estimé (t)	Cout moyen (transport + traitement) en € HT/T		Coût global (en € HT)	
			Fourchette basse	Fourchette haute	Fourchette basse	Fourchette haute
ISDI	41 427	74 569	28	30	2 087 921	2 237 058
ISDI+	3 408	6 134	38	40	233 107	245 376
ISDND ou biocentre	3 390	6 102	80	135 (hors TGAP*)	488 160	823 770
ISDD	1 615	2 907	160 (hors TGAP)	170 (hors TGAP)	465 120	494 190
Total	49 840	89 712			3 274 308	3 800 394

* TGAP : Taxe Générale sur les Activités Polluantes (ISDND 2022 : 58 €/t ; ISDD 2022 : 26,58 €/t)

10.4.3. Traitement Hors site par excavation et gestion des sols en filières

Cette technique correspond au scénario de **référence** car il permet d'agir au niveau de la source et de limiter la présence de contamination résiduelle.

Plusieurs méthodologies d'excavation sont possibles. L'excavation des zones polluées peut se faire préalablement aux terrassements de pleine masse des futures zones bâties ou peut se faire pendant ces terrassements. L'excavation des zones polluées peut se faire également en pleine masse de façon "classique" (avec un talutage) ou à l'aide d'un blindage coulissant facile à mettre en œuvre et permettant de terrasser une zone définie sans talutage. Il n'est pas prévu de détailler les différentes techniques de blindage.

Applicabilité sur le site

La problématique ici est de devoir réaliser des terrassements dans des sols potentiellement imprégnés en hydrocarbures en profondeur (> 3 m) et dans la zone de battement de la nappe (située vers 4 m).

La technique envisagée est un terrassement soit avec blindage de soutènement soit avec talutage qui va entraîner le décaissement des terres superficielles générant des déblais potentiellement non inertes (au sens ISDI) ou contaminés.

Au regard des composés et de leur concentration dans les sols, ces zones de pollution concentrées ne sont pas admissibles en ISDI (au regard des seuils fixés par l'arrêté ministériel du 12/12/2014). Les terrains excavés devront être évacués vers :

- les filières d'évacuation en installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) ou plus logiquement un biocentre,
- En Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD).

10.4.4. Traitement sur site par biodégradation (biotertre)

Principe : Le biotertre sur site, technique éprouvée largement commercialisée et appliquée depuis de nombreuses années, consiste à mettre les sols pollués en tas en vue d'un traitement biologique. Pour ce faire, les sols pollués font généralement l'objet d'un amendement et les conditions physicochimique du tas sont contrôlées (aération, ajouts de nutriments...). Cette technique est couramment employée sur les sites présentant des hydrocarbures volatils à semi-volatils biodégradables.

La figure suivante présente le schéma de principe de la mesure de gestion par biotertre.

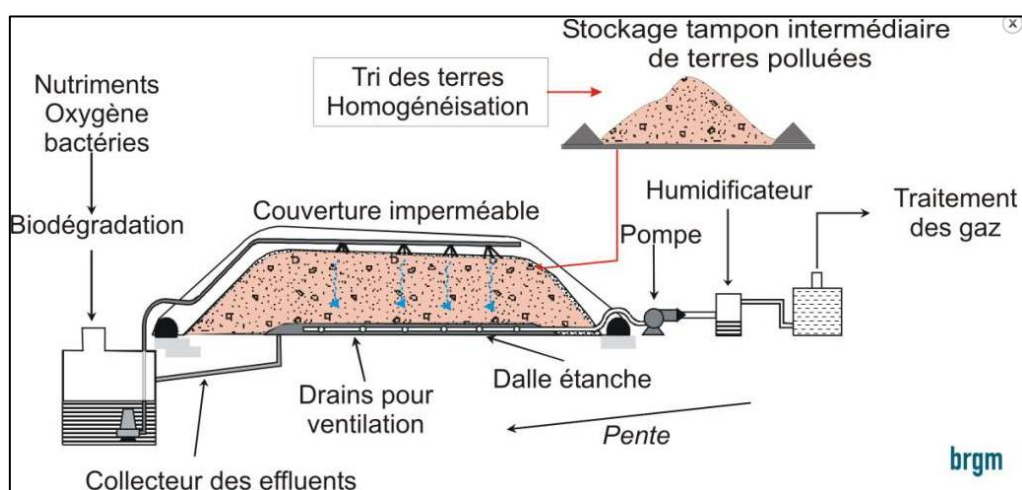


Figure 45 : Schéma de principe de fonctionnement d'un traitement par biotertre (source BRGM)

Un exemple d'installation est présenté ci-après.

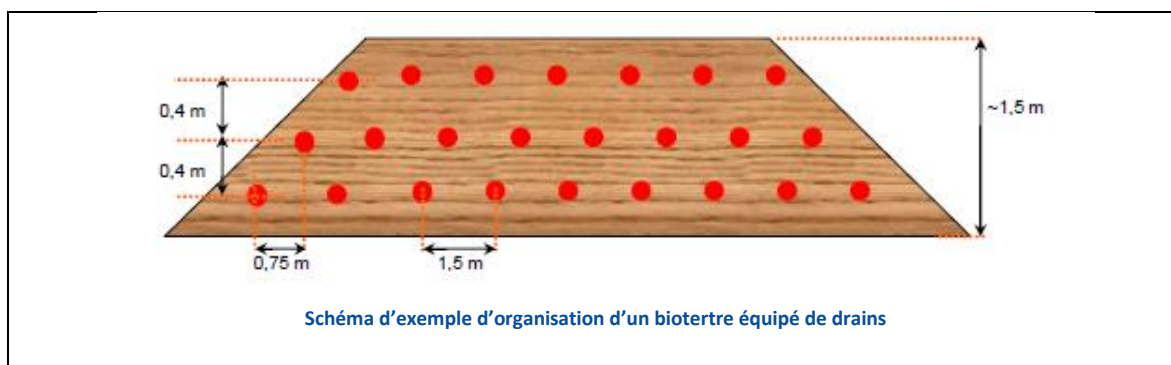


Schéma d'exemple d'organisation d'un biotertre équipé de drains

Applicabilité sur le site

Avantage : Technique permettant le traitement des sols sur site et adaptée au type de polluant mis en évidence au cours de ces études : impacts en HCT.

Les terres une fois traitées aux seuils de réhabilitation retenus sont réutilisables comme matériaux de remblaiement mais sous conditions sanitaires (définition de concentrations maximales admissibles).

Inconvénient : Technique dont la durée de mise en œuvre est assez longue et désagrément possible pour les riverains (bruit, odeur et impact visuel). Nécessite une emprise suffisamment grande pour l'installation des biotertres. Les excavations ouvertes de terres traitées doivent être sécurisées durant la durée de l'opération.

Les terres saturées contaminées devront subir un égouttage pour être traitées.

Les remblais du site présentent de nombreux éléments anthropiques, un tri visuel voire un criblage pourra être mis en œuvre pour éliminer cette fraction grossière.

Délai : 12 à 18 mois après réalisation des essais de biodégradabilité ayant validé l'efficacité du traitement.

Au regard du projet d'aménagement (création de sous-sols sur une majeure partie du site), du manque d'espace disponible (site urbain et en activité lors des travaux) et du calendrier de réalisation, cette technique ainsi que toutes les technique in situ et sur site ne sont pas adaptées.

10.5. Chiffrage des scénarios de gestion

10.5.1. Scénario A

Comme indiqué précédemment, au regard du projet d'aménagement seul le traitement hors site est envisageable.

Scénario	Description
A	Gestion des spots de pollutions uniquement inclus dans la gestion des matériaux excavés dans le cadre du Projet – terrassement des sous-sol (soit environ 60 % du volume de la totalité des spots de pollution)

10.5.1.1. Evacuation en filières

Le volume de terres non inertes issu du projet **pour le scénario A** est de **8 413 m³**.

	Profondeur (en m)	Catégories pressenties des terres à terrasser				Volume non inerte (>ISDI)
		Inerte (ISDI)	ISDI+*	ISDND ou biocentre*	ISDD*	
		Volume en m ³ (en place, hors talutage)				
1^{er} niveau de sous-sol	0 - 1	5 272	343	455	160	958
	1 - 2	3 930	805	1 170	325	2300
	2 - 3	3 895	1 690	560	85	2335
	3 - 4	5 265	-	880	85	965
2^{ème} niveau de sous-sol	4 - 5	5 740	-	325	165	490
	5 - 6	5 775	190	-	265	455
	6 - 7	5 775	190	-	265	455
Fondations	7 - 8	5 775	190	-	265	455
	Sous total	41 427	3 408	3 390	1 615	8 413

Scénario A --> Cout - Elimination hors site							
N°	Désignation	Unité	Qté	PU		Total	
100	Installation de chantier, préparation						
	Installation de chantier, état des lieux, constat d'huissier, ...	Ft	1	nc			Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
200	Soutènement						
	Blindage	Ft	1	nc			Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
301	Terrassement et Elimination Hors site - tranche 0-8 m			Fourchette basse	Fourchette haute	Fourchette basse	Fourchette haute
	Terrassement pleine masse	m3	49 840	nc			Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
	Transport et élimination en centre de traitement						
		ISDI	t	74569	28	30	-
		ISDI+	t	6134	38	40	233 092 €
	Biocentre ou ISDND (* hors TGAP)	t	6102	80	135	488 160 €	823 770 €
	ISDD (* hors TGAP)	t	2907	160	170	465 120 €	494 190 €
Budget				1 186 372 €		1 563 320 €	
	Hors études d'exécution, réglementaires						
	Hors contrôles, suivi, Moe						
	Hors TGAP, déclassement liés aux indices organoleptiques et infrastructures enterrées						
Scénario A --> Surcoût - Elimination hors site							
N°	Désignation	Unité	Qté	PU		Total	
100	Installation de chantier, préparation						
	Installation de chantier, état des lieux, constat d'huissier, ...	Ft	1	nc			Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
200	Soutènement						
	Blindage	Ft	1	nc			Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
301	Terrassement et Elimination Hors site - tranche 0-6 m			Fourchette basse	Fourchette haute	Fourchette basse	Fourchette haute
	Terrassement plein masse	m3	49 840	nc			Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
	Transport et élimination en centre de traitement						
		ISDI	t	74569	28	30	-
		ISDI+	t	6134	10	12	61 340 €
	Biocentre ou ISDND (* hors TGAP)	t	6102	52	105	317 304 €	640 710 €
	ISDD (* hors TGAP)	t	2907	132	140	383 724 €	406 980 €
Budget				762 368 €		1 121 298 €	
	Hors études d'exécution, réglementaires						
	Hors contrôles, suivi, Moe						
	Hors TGAP, déclassement liés aux indices organoleptiques et infrastructures enterrées						

Tableau 41 : Coûts et surcoûts estimatifs de la gestion des terres non inertes des futurs niveaux de sous-sol – Traitement Hors site (scénario A)

Soit un montant de coût estimé entre 1 185 et 1 565 K€ HT (hors TGAP).

Soit un montant de surcoût (en comparaison avec une élimination en filière classique ISDI) estimé entre 760 et 1 125 K€ HT.

A titre indicatif les **coûts supplémentaires liés à la TGAP**, selon TGAP de 2022, sont estimés **entre 255** (50% du volume en ISDND et 50% en biocentre) **et 390 K€ HT** (100% du volume en ISDND).

Ce budget ne prend pas en compte le traitement des revêtements de surface, ni la prise en compte des infrastructures, **ni le traitement éventuel des eaux en fond de fouille.**

Les filières pré-identifiées dans le cadre de ce plan de gestion restent théoriques et sont soumises au CAP des centres de traitements, de la saturation des centres de traitements, etc.

10.5.2. Scénario B

Scénario	Description
B	Gestion de la totalité des spots de pollution et des matériaux excavés dans le cadre du projet

10.5.2.1. Evacuation en filières - Scénario B

Le volume des spots de pollution est estimé via les modélisations à **3 096 m³** (seuils de 100 mg/kg en HAP et 2 000 mg/kg en hydrocarbures totaux) pour l'ensemble du site répartis comme suit :

- Volume des spots de pollution compris dans les terrassements des sous-sols : 1 759 m³
- Volume des spots de pollution au-delà des emprises des sous-sols : 1 373 m³.

Soit un montant de cout estimé entre 1 735 et 2 225 K€ HT.

Soit un montant de surcout estimé entre 1 245 et 1 740 K€ HT.

NB : Le surcout d'élimination représente le cout complémentaire (élimination hors TGAP) des terres présentant des critères discriminants par rapport à une élimination en ISDI.

A titre indicatif les **coûts supplémentaires liés à la TGAP**, selon TGAP de 2022, sont estimés **entre 325** (50% du volume en ISDND et 50% en biocentre) **et 545 K€ HT** (100% du volume en ISDND).

Ce budget ne prend pas en compte le traitement des revêtements de surface, ni la prise en compte des infrastructures, **ni le traitement éventuel des eaux en fond de fouille.**

Les filières pré-identifiées dans le cadre de ce plan de gestion restent théoriques et sont soumises au CAP des centres de traitements, de la saturation des centres de traitements, etc.

Scénario B --> Cout - Elimination hors site							
Seuil HAP : 100 mg/kg							
Seuil HCT : 2 000 mg/kg							
N°	Désignation	Unité	Qté	PU		Total	
100	Installation de chantier, préparation						
	Installation de chantier, état des lieux, constat d'huissier, ...	Ft	1	nc			Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
200	Soutènement			Fourchette basse	Fourchette haute	Fourchette basse	Fourchette haute
	Blindage (hors emprise sous-sols)	ml	100* (estimé)	1800	2300	180 000 €	230 000 €
							Source de pollution en limite est du site, sécurisation des avoisinants
301	Terrassement et Elimination Hors site - tranche 0-8 m			Fourchette basse	Fourchette haute	Fourchette basse	Fourchette haute
	Terrassement pleine masse (sous-sols)	m3	49 840	-		-	
	Transport et élimination en centre de traitement (sous-sols)						Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
	ISDI	t	74569	28	30	-	-
	ISDI+	t	6134	38	40	233 092 €	245 360 €
	Biocentre ou ISDND (* hors TGAP)	t	6102	80	135	488 160 €	823 770 €
	ISDD (* hors TGAP)	t	2907	160	170	465 120 €	494 190 €
	Terrassement pleine masse (spots hors sous-sol)	m3	1 373	9		12 357 €	
	Transport et élimination en centre de traitement (hors sous-sols)						
	Biocentre ou ISDND (entre 100 et 300 mg/kg en HAP)	t	1 448	80	135	115 859 €	195 512 €
	ISDD hors TGAP (> 300 mg/kg en HAP)	t	1 023	160	170	163 706 €	173 937 €
	Remblaiement et compactage	m3	1 373	18		24 714 €	
	Fourniture de matériaux auto compactants pour remblaiement	m3	1 373	40		54 920 €	
Budget				1 737 928 €		2 254 761 €	
	Hors études d'exécution, réglementaires						
	Hors contrôles, suivi, Moe						
	Hors TGAP, déclassement liés aux indices organoleptiques et infrastructures enterrées						
Scénario B --> Surcout - Elimination hors site							
Seuil HAP : 100 mg/kg							
Seuil HCT : 2 000 mg/kg							
N°	Désignation	Unité	Qté	PU		Total	
100	Installation de chantier, préparation						
	Installation de chantier, état des lieux, constat d'huissier, ...	Ft	1	nc			Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
200	Soutènement			Fourchette basse	Fourchette haute	Fourchette basse	Fourchette haute
	Blindage (hors emprise sous-sols)	ml	100* (estimé)	1800	2300	180 000 €	230 000 €
							Source de pollution en limite est du site, sécurisation des avoisinants
301	Terrassement et Elimination Hors site - tranche 0-8 m			Fourchette basse	Fourchette haute	Fourchette basse	Fourchette haute
	Terrassement pleine masse (sous-sols)	m3	49 840	-		-	
	Transport et élimination en centre de traitement (sous-sols)						Réalisé sans le cadre du projet d'aménagement
	ISDI	t	74 569	28	30	-	-
	ISDI+	t	6 134	10	12	61 340 €	73 608 €
	Biocentre ou ISDND (* hors TGAP)	t	6 102	52	105	317 304 €	640 710 €
	ISDD (* hors TGAP)	t	2 907	132	140	383 724 €	406 980 €
	Terrassement pleine masse (spots hors sous-sol)	m3	1 373	9		12 357 €	
	Transport et élimination en centre de traitement (hors sous-sols)						
	Biocentre ou ISDND (entre 100 et 300 mg/kg en HAP)	t	1 448	52	105	75 309 €	152 065 €
	ISDD (> 300 mg/kg en HAP)	t	1 023	132	140	135 057 €	143 242 €
	Remblaiement et compactage	m3	1 373	18		24 714 €	
	Fourniture de matériaux auto compactants pour remblaiement	m3	1 373	40		54 920 €	
Budget				1 244 725 €		1 738 597 €	
	Hors études d'exécution, réglementaires						
	Hors contrôles, suivi, Moe						
	Hors TGAP, déclassement liés aux indices organoleptiques et infrastructures enterrées						

Tableau 42 : : Cout et surcout estimatifs de la gestion de la pollution concentrée – Traitement Hors Site (scénario B)

Scénario	Description	Coût (K€ HT)	
		Fourchette basse	Fourchette haute
A	Gestion des spots de pollutions uniquement inclus dans la gestion des matériaux excavés dans le cadre du Projet (terrassement des sous-sols)	1 185	1 565
B	Gestion de la totalité des spots de pollution et des matériaux excavés dans le cadre du projet (terrassement des sous-sols)	1 735	2 255

Tableau 43 : Tableau de synthèse des coûts de traitement Hors site (hors contrôles de réception)

Au regard des scénarios étudiés, on note que la gestion de l'ensemble de la pollution concentrée de type spot engendre un coût supplémentaire au projet d'aménagement de l'ordre de 550 à 690 K€ HT afin de récupérer les 1 373 m³ de terre impactées localisées principalement en limite est de site qui ne sont pas gérés dans le cadre des terrassements des sous-sols, soit un coût estimé entre 400 et 550 euros € HT le m³ de terres impactées.

A la vue des coûts de gestion complémentaires à la réalisation des sous-sols permettant de gérer l'ensemble des spots de pollution identifiés (785 à 975 K€ (hors TGAP) pour 2 228 m³ de terre), de l'absence de risques sanitaires des pollutions en place vis-à-vis du projet d'aménagement et de la présence de pollution hydrocarburées hors site (anciennes cuves à goudron sous l'actuelle gare routière) pouvant impacter les sols et la nappe au droit du site, le scénario A présente le meilleur bilan coût avantage.

11. Synthèse des restrictions d'usage

- Selon le « Guide de mise en œuvre des restrictions d'usage applicables aux sites et sols pollués » dont des extraits sont repris ci-dessous :

La restriction d'usage en matière de sols pollués est une limitation du droit de disposer de la propriété d'un terrain. Cette limitation attachée à une parcelle consiste en un ensemble de recommandations, de précautions, voire d'interdictions sur la manière d'utiliser, d'entretenir, de construire ou d'aménager, compte tenu de la présence de substances polluantes dans les sols. Pour informer durablement les propriétaires successifs d'un terrain pollué, ces règles ont vocation à être transcrites dans les documents habituellement consultés au moment de l'acquisition ou de l'aménagement des terrains : la conservation des Hypothèques et les documents d'urbanisme tels que le plan local d'urbanisme (PLU) notamment.

Le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) a identifié cinq outils permettant de conserver la mémoire de ces pollutions, soit au niveau de la conservation des Hypothèques, soit au niveau des plans locaux d'urbanisme (PLU) ou plans d'occupation des sols (POS). Ces outils sont :

- la servitude d'utilité publique (**SUP**) ;
- le porter à connaissance (**PAC**) et le projet d'intérêt général (**PIG**) ;
- la restriction d'usage conventionnelle au profit de l'Etat (**RUCPE**) ;
- la restriction d'usage entre parties (**RUP**).

- Dans le cas du site objet de l'étude qui ne rentre pas dans le cas d'un changement d'usage instruit dans le cadre d'une cessation, la RUP peut être l'outil adapté :

Institution

La restriction conventionnelle entre deux parties est discutée et signée entre le propriétaire et un tiers. Elle doit être authentifiée par un notaire en vue de sa publication aux Hypothèques. Il est fortement recommandé de consulter l'administration sur son contenu. Dans le cas contraire, ou en cas de contenu inapproprié, la restriction d'usage sera considérée par l'administration comme nulle et non avenue. Dans ce cas, le préfet demande à l'exploitant de proposer de nouvelles dispositions permettant de mettre en œuvre des restrictions d'usage.

Transcription

L'inscription de l'acte au registre des Hypothèques est assurée par le notaire.

Aucun texte ne fait mention d'une quelconque obligation de notification ou d'annexion de ce type de servitudes dans un document d'urbanisme. C'est pourquoi il s'avère nécessaire de communiquer au maire de la commune intéressée, la ou les restrictions d'usage instituée(s) et de l'inviter à en tenir compte dans les projets d'aménagement de la commune au moyen du porter à connaissance.

Les restrictions intègrent les dispositions d'aménagements (cf. tableau 1 de l'annexe XI), postulats retenus dans le cadre de la réalisation de la modélisation sanitaire :

Ré emploi de matériaux sur site :

Seules les terres non inertes (ou traitées sur site) pourront être éventuellement réutilisées dans le cadre de l'aménagement sous condition de compatibilité en assurant une traçabilité rigoureuse de la provenance de matériaux et de l'emplacement du remblaiement.

Usage et aménagement du site

Respect des plans d'aménagement datés du 04/08/2022.

Absence de jardins potagers et d'arbres fruitiers.

Absence de contact direct avec les terres en place.

Usages eaux souterraines

Toute utilisation des eaux souterraines à vocation AEP est interdite dans l'emprise du site.

Réseaux enterrés

Les réseaux notamment AEP devront être placés au sein de matériaux d'apport propres.

12. Recommandations (Investigations complémentaires)

Des investigations complémentaires doivent être menées afin de lever les incertitudes qui persistent :

Sur la qualité des terrains au droit des bâtiments existants

Réalisation de nouveaux sondages et analyses une fois les bâtiments démolis, de la parcelle 191 (non accessible) afin d'optimiser le plan de terrassement et de valider les filières de gestion (optimisation des coûts de gestion) et également au droit du 3^{ème} niveau de sous-sol (non investigué à ce stade).

Remblais :

La problématique correspond à une gestion des déblais anthropiques et leur acceptation en filière ISDI. Bien que les analyses des Packs ISDI indiquent une conformité avec les seuils de l'arrêté du 12 décembre 2014 pour environ 80 % des échantillons, le pourcentage d'éléments grossiers et la présence de scorie mâchefers peuvent être des éléments discriminants. Des tests granulométriques sur site (sur des volumes représentatifs) et un suivi minutieux des travaux de terrassement permettrait d'optimiser les filières de gestion.

Nappe :

Des essais de nappe seront à réaliser au préalable des travaux afin d'identifier une éventuelle venue de produit (phase pure) qui pourrait être attirée sur site lors des travaux.

12.1. Suivi de travaux de remise en état environnemental - ARR Post travaux

En phase travaux, Antea Group recommande le suivi des travaux de réhabilitation par un bureau d'étude spécialisé et certifié en sites et sols pollués pour assurer :

- Le contrôle des travaux de réhabilitation et leur réception ;
- Le contrôle de la qualité des eaux souterraines pendant et après les travaux de réhabilitation ;
- Une mise à jour de l'ARR sur la base des concentrations réellement observées après travaux de réhabilitation.

Quelques soient les mesures de traitement retenues, il devra être envisagé la réalisation d'un suivi de la qualité des eaux souterraines (pendant et après les travaux) afin de s'assurer de l'absence de relargage des polluants dans les eaux souterraines.

Les mesures de contrôles à envisager portent sur plusieurs milieux en fonction des scénarios de gestion retenus, en phase travaux et post travaux :

Matrice	Modalités	Paramètres à rechercher
Sol	Prélèvements de contrôles en fond et flanc de fouilles selon un maillage régulier (type 15 par 15 m ou 10 par 10 m) et de 1 à 2 m en latéral afin de connaître les teneurs résiduelles après traitement	HCT C5 40 HCT C10 C40 + CAV + HAP + cyanures
Remblais d'apport	Contrôle de réception des matériaux d'apport de remblaiement	Pack ISDI
Eaux souterraines	Surveillance de la qualité des eaux souterraines et de l'effet du traitement des zones sources sur ces dernières pendant les travaux. A réaliser pendant les travaux et après travaux, sur une durée minimale de 4 ans – le cas échéant -, période au-delà de laquelle un bilan quadriennal sera fait afin de réajuster les modalités de la surveillance	HCT C5 40 HCT C10 C40 + CAV + HAP + cyanures

Tableau 44 : Modalités de contrôles post travaux

A l'issue des travaux, un rapport final accompagné d'une synthèse récapitulant la nature des travaux entrepris, la traçabilité des mouvements de terre, l'ensemble des contrôles réalisés ainsi qu'un plan de récolement devra être établi par le Bureau d'études en s'appuyant sur le rapport de fin de travaux de l'Entreprise.

Si les contrôles réalisés au cours du chantier montrent des variations sur les mesures dont la réalisation conditionne l'acceptabilité du plan de gestion, le responsable du suivi des mesures de gestion devra apprécier si ces variations sont susceptibles de remettre en cause l'acceptabilité du plan de gestion.

12.2. HSE Chantier

Le projet est situé dans une zone urbaine, à proximité d'habitations.

Les terrassements dans les terrains pollués vont générer un brassage des terres et un dégazage de polluant pouvant être à l'origine de d'odeurs et/ou de risques sanitaires.

Ces contraintes devront être prises en compte dans le cadre du marché de travaux de l'entreprise.

Un dispositif de surveillance de la qualité de l'air et des odeurs est préconisé en phase chantier pour contrôler l'efficacité des solutions mises en œuvre.

Il est nécessaire de garder la mémoire de l'emplacement des sols qui resteront en place après l'aménagement du site et présentant des contaminations résiduelles.

12.3. Mémoire du site

Il est nécessaire de garder la mémoire de l'emplacement des sols qui resteront en place après l'aménagement du site et présentant des contaminations résiduelles.

L'état final environnemental sera présenté dans le mémoire de fin de travaux.

Pour conserver cette information, une copie du rapport de fin de travaux devra être annexé aux actes de vente. Un dossier de restriction d'usages devra être réalisé pour garder la mémoire du site.

13. Conclusions

Compte tenu de la présence de l'historique du site (ancienne usine à gaz) et des différentes études environnementales menées sur site depuis le début des années 2000, **MOTU 1** a confié à Antea Group la réalisation d'un diagnostic complémentaire de pollution associé à un Plan de Gestion adapté au projet de réaménagement, dans l'objectif :

- D'évaluer les conséquences de la présence des polluants sur le projet ;
- De dimensionner les mesures de gestion, dont la gestion des terres en déblais, à mettre en œuvre pour mener à bien le projet et s'assurer de sa compatibilité avec l'état de pollution du site avec l'usage projeté.

Le site est actuellement occupé par des bâtiments de bureaux et d'activité par ENEDIS et GRDF. Il se situe sur l'emplacement d'une ancienne usine à gaz et sur de nombreux réseaux d'électricité publics très haute tension.

Le projet envisagé consiste en l'implantation d'un socle commun de commerces sur lequel s'élèvent à différentes hauteurs des logements et des bureaux. L'ensemble aura plusieurs étages entre R+4 et R+6 avec des émergences en R+ 12 et R+17. Il s'établit sur deux niveaux de parkings enterrés comptant un peu plus de 400 places (VL et 2 roues).

Le site est classé en SIS (Secteur d'information sur les Sols - SSP0004101). Dans cet objectif, Antea Group a réalisé en mai 2022 des investigations complémentaires sur les milieux sols, gaz du sol et eaux souterraines afin notamment de délimiter au mieux les sources de pollutions connues ou suspectées.

13.1. Investigations des milieux

En mai 2022, ont été réalisés :

- 29 sondages dont 16 refus,
- 3 ouvrages piézométriques supplémentaires,
- 3 ouvrages de prélèvement de gaz des sols.

Les faciès rencontrés sont les suivants :

- Remblais sablo-graveleux beiges entre 0,4 et 1,0 m d'épaisseur,
- Présence d'une dalle béton entre 0,5 -1m / 3 m et vers 5,5m au droit de nombreux ouvrages (S1, S2, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S12, S14, S23, S25),
- Argiles brunes à verts plus ou moins sableuses, correspondant à des remblais avec mâchefers sur certains sondages et au terrain naturel sur d'autres, avec cailloutis mm à cm entre 1 et 6,50m.

Des terrains plus marneux sont ponctuellement rencontrés au droit de certain sondages et sur des horizons très limités (<1m) (S1, S11). **Des imprégnations noirâtres, des mâchefers, des odeurs d'HCT ont été relevées.**

Des niveaux d'eaux ont été rencontrés ponctuellement entre 4,5 et 6m de profondeur au droit de S1, S3, S9, S16, S18, S25 et S26.

Le réseau hydrologique à proximité du site d'étude est essentiellement constitué du Paillon, qui s'écoule à environ 50 m au nord-ouest du site et qui alimente les eaux souterraines.

Au total, Six (6) piézomètres sont présents sur site. Une esquisse piézométrique a été tracée au droit du site à partir des données mesurées en mai 2022. Au droit de la zone d'étude, la nappe d'eau se situe à **environ 4-4,5 m de profondeur**. La direction générale d'écoulement des eaux souterraines se fait en direction du sud-est.

D'une manière générale, les investigations réalisées ont mis en évidence :

- La présence de remblais liés à la déconstruction des installations de l'ancienne usine à gaz :
 - Remblais à scories et mâchefers présentant des impacts en métaux lourds sur brut ;
 - D'anciennes dalles béton à différentes profondeurs correspondant aux dalles des anciens gazomètres et bâtiments ;
- La présence d'une nappe vers 4,5 m/sol présentant un sens d'écoulement du nord-ouest vers le sud-est. Celle-ci a mis en évidence :
 - un impact en cyanures en amont du site (Pz3) et en benzène (Pz4) pouvant potentiellement provenir des installations de l'ancienne usine à gaz au nord de la voie ferrée (hors site) ;
 - un impact en **hydrocarbures totaux, HAP et CAV (dont benzène) en limite est du site (Pz2)** dont le panache pourrait provenir des installations voisines de l'AUG encore en place (cuve enterrée ?).
- L'existence d'une **zone impactée en hydrocarbures totaux, HAP et CAV (dont benzène) (sols et eaux souterraines) en limite est du site**. Au regard des teneurs relevées, les impacts identifiés peuvent engendrer des risques sanitaires pour les futurs usagers. Il convient de vérifier la compatibilité sanitaire du projet d'aménagement (sous-sol dans la nappe et présence de volatils) avec les concentrations résiduelles après travaux ;
- Une zone au nord (sondages S11 et S14) présentant également des impacts « spots » en hydrocarbures et HAP dans les sols avec des teneurs supérieures aux seuils d'acceptation en ISDI.
- Outre les impacts identifiés dans le milieu sol et de la présence de déchets (scories / mâchefers, coke...), il conviendra, dans le cadre des travaux d'aménagement, d'évacuer les terres en filière agréée en raison de dépassement des seuils ISDI (COT, fraction soluble, sulfates, antimoine et fluorures).

13.2. Evaluation de la compatibilité sanitaire avant travaux (ARR prédictive)

La voie d'exposition étudiée dans le cadre du projet de MOTU1 est l'inhalation de substances volatiles présentes dans les sols et les gaz du sol et des eaux souterraines au droit des espaces intérieurs et extérieurs.

Une Analyse des Risques Résiduels a été réalisée dans le cadre de ce plan de gestion au regard du futur projet d'aménagement présenté ci-avant : elle indique que les niveaux de risque sont inférieurs aux seuils de risque recommandés dans la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués (rédigée par le Ministère chargé de l'Environnement, avril 2017).

L'état environnemental du site est donc compatible avec l'usage envisagé.

13.3. Plan de gestion

Conformément au guide méthodologique de l'UPDS, les sources de pollution concentrée ont été définies sur la base d'une analyse statistique et d'une interprétation cartographique et d'un bilan massique. Ces analyses ont mis en évidence une pollution de type « spot » centrée sur 2 à 3 sondages (S11, S24, S25).

Ainsi des seuils de coupure ont été définis pour les sols :

- 2 000 mg/kg en Hct C10-C40 qui permet de traiter environ 37 % de la masse totale de polluant en ne traitant que 1,3 % du volume total de sol ;
- 100 mg/kg en HAP, permet de traiter environ 57 % de la masse totale de polluant en ne traitant que 3 % du volume total de sol.

On note que le seuil de coupure en HAP de 100 mg/kg permet de traiter la pollution en hydrocarbures totaux à un seuil de coupure de 1000 mg/kg, les HAP étant les polluants traceurs.

Les scénarios étudiés et les volumes associés sont :

Scénario	Description	Volumes impactés estimés (en m ³)	Coûts estimés (k € HT) (hors TGAP)	
			Fourchette basse	Fourchette haute
A	Gestion des spots de pollutions uniquement inclus dans la gestion des matériaux excavés dans le cadre du Projet (terrassement des sous-sols)	Emprise des sous-sols : 8 413 m ³ non inertes dont 1 759 m ³ de spot de pollution	1 185	1 565
B	Gestion de la totalité des spots de pollution et des matériaux excavés dans le cadre du projet (terrassement des sous-sols)	Emprise des sous-sols : 8 413 m ³ non inertes dont 1 759 m ³ de spot de pollution	1 735	2 255

A titre indicatif les coûts liés à la TGAP, selon la TGAP de 2022, sont estimés entre 245 (50% du volume en ISDND et 50% en biocentre) et 555 K€ HT (100% du volume en ISDND).

On note que la réalisation des sous-sols traite une majorité des spots de pollution estimés sur site (entre 55 et 60 % de la pollution de type spot).

Au regard de l'occupation actuelle du site et du projet d'aménagement, seul le traitement hors site est envisageable.

A la vue des coûts de gestion complémentaires à la réalisation des sous-sols permettant de gérer l'ensemble des spots de pollution identifiés (550 à 690 K€ HT hors TGAP pour 1 373 m³ de terre), de l'absence de risques sanitaires des pollutions en place vis-à-vis du projet d'aménagement et de la présence de pollution hydrocarburées hors site (anciennes cuves à goudron sous l'actuelle gare routière) pouvant impacter les sols et la nappe au droit du site, le scénario A présente le meilleur bilan coût avantage.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

De même, le contenu de la prestation INFOS ne peut être considéré comme exhaustif. Il est le reflet de ce que les personnes rencontrées et les documents transmis et consultés ont pu révéler. La responsabilité d'Antea Group ne saurait être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/annexes>



ANNEXES

- Annexe I : Abréviations générales
- Annexe II : Normes de prélèvement et d'échantillonnage
- Annexe III : Fiches de suivi de sondages et prélèvements des sols
- Annexe IV : Bordereaux d'analyses des sols
- Annexe V : Coupes géologiques et techniques des piézomètres
- Annexe VI : Fiches de prélèvement des eaux souterraines
- Annexe VII : Bordereaux d'analyses des eaux souterraines
- Annexe VIII : Coupes géologiques et techniques des piézaires
- Annexe IX : Fiches de prélèvement des gaz du sol
- Annexe X : Bordereaux d'analyses des gaz du sol et des eaux souterraines
- Annexe XI : Evaluation Quantitatives des Risques Sanitaires

Annexe I : **Abréviations générales**

ENVIRONNEMENT	
<i>AEI</i>	Alimentation en Eau Industrielle
<i>AEP</i>	Alimentation en Eau Potable
<i>FT</i>	Flore Totale
<i>ICPE</i>	Installation Classée Pour l'Environnement
<i>NGF</i>	Nivellement Général de la France
<i>NPHE</i>	Niveau des Plus Hautes Eaux
<i>SAGE</i>	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
<i>SDAGE</i>	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
<i>ZNIEFF</i>	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
<i>ZNS</i>	Zone Non Saturée
<i>ZS</i>	Zone Saturée

INSTITUTIONS	
<i>ADEME</i>	Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie
<i>AFNOR</i>	Association Française de Normalisation
<i>ATSDR</i>	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
<i>BRGM</i>	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
<i>CIRC</i>	Centre International de Recherche sur le Cancer
<i>COFRAC</i>	COmité FRançais d'ACcréditation
<i>DRIEE</i>	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie (spécifique IDF)
<i>DREAL</i>	Direction Régionales de l'Environnement, de L'Aménagement et du Logement
<i>INERIS</i>	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
<i>OEHHA</i>	Office of Environmental Health Hazard Assessment
<i>OMS</i>	Organisation Mondiale de la Santé
<i>UE</i>	Union Européenne
<i>UPDS</i>	Union des Professionnels des entreprises de Dépollution de sites
<i>USEPA</i>	United States Environmental Protection Agency

ETUDES DE RISQUES	
<i>ARR</i>	Analyse des Risques Résiduels
<i>BW</i>	Body Weight (Poids corporel)
<i>CE</i>	Concentration d'Exposition
<i>DJA</i>	Dose Journalière Admissible
<i>DJE</i>	Dose Journalière d'Exposition
<i>ED</i>	Durée d'Exposition
<i>EDR</i>	Evaluation Détaillées de Risques
<i>EQRS</i>	Etude Quantitative de Risques Sanitaires
<i>EF</i>	Fréquence d'Exposition
<i>ERI</i>	Excès de Risque Individuel de cancer
<i>ERS</i>	Evaluation des Risques Sanitaires
<i>ERU</i>	Excès de Risque Unitaire
<i>ESR</i>	Evaluation Simplifiée des Risques
<i>ET</i>	Temps d'Exposition
<i>F</i>	Fraction du temps d'exposition

ETUDES DE RISQUES	
<i>GMS</i>	Groundwater Modeling System
<i>IR</i>	Indice de Risque
<i>JE</i>	Johnson & Ettinger (Modèle)
<i>LOAEL</i>	Lowest-Observed-Adverse-Effect-Level
<i>NAF</i>	Facteur d'Atténuation Naturelle
<i>NOAEL</i>	No-Observed-Adverse-Effect-Level
<i>RAIS</i>	Risk Assessment Information System
<i>RBCA</i>	Risk-Based Corrective Action
<i>RfC</i>	Reference Concentration
<i>SF</i>	Slope Factor
<i>TPHCWG</i>	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group
<i>VF</i>	Facteur de Volatilisation
<i>VLE</i>	Valeur Limite d'Exposition
<i>VME</i>	Valeur Moyenne d'Exposition
<i>VTR</i>	Valeurs Toxicologiques de Référence

SUBSTANCES, ELEMENTS & COMPOSES	
<i>As</i>	Arsenic
<i>BTEX</i>	Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes
<i>CA</i>	Charbon Actif
<i>CAV</i>	Composé Aromatique Volatil
<i>Cd</i>	Cadmium
<i>CN</i>	Cyanures
<i>COHV</i>	Composés Organo-Halogénés Volatils
<i>Cr</i>	Chrome
<i>Cu</i>	Cuivre
<i>Foc</i>	Fraction de carbone organique
<i>FOD</i>	fioul domestique (fuel oil domestic)
<i>GO</i>	GasOil
<i>H2S</i>	hydrogène sulfuré
<i>HAP</i>	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
<i>HCT</i>	Hydrocarbures Totaux
<i>Hg</i>	Mercurie
<i>LQ</i>	Limite de quantification
<i>MS</i>	Matière Sèche
<i>Ni</i>	Nickel
<i>OHV</i>	Composés Halogénés volatils
<i>Pb</i>	Plomb
<i>PCB</i>	Polychlorobiphényles
<i>PEHD</i>	Polyéthylène haute densité
<i>PP</i>	Polypropylène
<i>Ppm</i>	Partie par million
<i>PVC</i>	Polychlorure de vinyle
<i>Zn</i>	Zinc

MARCHES PUPRICS	
<i>AE</i>	Acte d'engagement
<i>AMO</i>	Assistance à Maître d'ouvrage
<i>BPE</i>	Bilan Prévisionnel d'exploitation
<i>CCAG</i>	Cahier des Clauses Administratives Générales
<i>CCAP</i>	Cahier des Clauses Administratives Particulières
<i>CCTG</i>	Cahier des Clauses Techniques Générales
<i>CCTP</i>	Cahier des Clauses Techniques Particulières
<i>DCE</i>	Dossier de Consultation des Entreprises
<i>DROC</i>	Déclaration réglementaire d'ouverture de chantier
<i>EPERS</i>	Elément pouvant entraîner la responsabilité solidaire du fabricant
<i>MOE</i>	Maître d'œuvre
<i>OPC</i>	Ordonnancement, Pilotage et Coordination
<i>PFD</i>	Programme Fonctionnel Détaillé
<i>PGC</i>	Plan Général de Coordination
<i>PGCSPS</i>	Plan Général de Coordination en matière de Sécurité et Protection de la santé
<i>PPE</i>	Planning Prévisionnel d'Exécution
<i>PPSPS</i>	Plan Particulier de Sécurité et de Protection
<i>PRM</i>	Personne responsable du marché
<i>PUC</i>	Police Unique Chantier.
<i>VRD</i>	Voirie, Réseaux Divers

INTERVENTION SUR SITE ET TRAVAUX DE DEPOLLUTION	
<i>ADR</i>	arrêté relatif au transport des Marchandises dangereuses par route
<i>ATEX</i>	ATmosphère EXplosible
<i>BRH</i>	Brise Roche Hydraulique
<i>BSD</i>	Bordereau de Suivi des Déchets
<i>CAP</i>	Certificat d'Acceptation Préalable
<i>CATOX</i>	CATalytic OXYdation
<i>DAP</i>	Demande d'Admission Préalable
<i>DIB</i>	Déchets Industriels Banals
<i>DICT</i>	Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux
<i>DIS</i>	Déchets Industriels Spéciaux
<i>DT</i>	Déclaration de Travaux
<i>DTQD</i>	Déchets Toxiques en Quantité Dispersée
<i>EPC</i>	Equipement de Protection Collective
<i>EPI</i>	Equipement de Protection Individuelle
<i>ISCO</i>	In-Situ Chemical Oxydation
<i>ISDI</i>	Installation de Stockage de Déchets Inertes
<i>ISDND</i>	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
<i>ISDD</i>	Installation de Stockage de Déchets Dangereux
<i>FDS</i>	Fiche de Données de Sécurité
<i>MASE</i>	Manuel d'Amélioration de la Sécurité des Entreprises
<i>PID</i>	Détecteur à photoionisation
<i>SVE</i>	Soil Venting Extraction
<i>TN</i>	Terrain Naturel

Annexe II : Normes de prélèvement et d'échantillonnage

Normes de prélèvements et d'échantillonnage

Antea Group applique les normes de prélèvement et d'échantillonnage suivantes :

<p>MILIEU SOL</p>	<p>Les prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols sont réalisés selon les normes :</p> <p>NF ISO 18400-100 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 100 : Lignes directrices pour la sélection des normes d'échantillonnage », Mai 2017 NF ISO 18400-101 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 101 : Cadre pour la préparation et l'application d'un plan d'échantillonnage », Juillet 2017 NF ISO 18400-102 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 102 : Choix et application des techniques d'échantillonnage », Décembre 2017 NF ISO 18400-103 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 103 : Sécurité, Décembre 2017 NF ISO 18400-105 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 105 : Emballage, transport, stockage et conservation des échantillons », Décembre 2017 NF ISO 18400-106 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 106 : Contrôle de la qualité et assurance de la qualité », Décembre 2017 NF ISO 18400-107 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 107 : Enregistrement et notification », Décembre 2017 NF ISO 18400-201 « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 201 : Prétraitement physique sur le terrain », Décembre 2017 NF ISO 18512 « Qualité du sol : Lignes directrices relatives au stockage des échantillons de sol à long et à court termes », Octobre 2007 NF ISO 11504 « Qualité du sol : Evaluation de l'impact du sol contaminé avec des hydrocarbures pétroliers », Septembre 2017 NF EN ISO 19258 « Qualité du sol : Recommandations pour la détermination des valeurs de fond », Septembre 2018</p>
<p>MILIEU EAUX SOUTERRAINES</p>	<p>Les prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines sont réalisés selon les normes :</p> <p>NF X 31 614 « Qualité du sol – Méthode de détection et de caractérisation des pollutions - Réalisation d'un forage de contrôle ou de suivi de la qualité de l'eau souterraine au droit et autour d'un site potentiellement pollué », Décembre 2017 NF X 31 615 « Qualité des sols – Méthodes de détection, de caractérisation et de surveillance des pollutions en nappe dans le cadre des sites pollués ou potentiellement pollués - Prélèvement et échantillonnage des eaux souterraines dans des forages de surveillance pour la détermination de la qualité des eaux souterraines », Décembre 2017 NF EN ISO 5667-11 « Qualité de l'eau – Echantillonnage – Partie 11 : Lignes directrices pour l'échantillonnage des eaux souterraines », Avril 2009 NF EN ISO 5667-22 « Qualité de l'eau – Echantillonnage – Partie 22 : Lignes directrices pour la conception et l'installation de points d'échantillonnage des eaux souterraines », Août 2010 L'abandon d'ouvrage de surveillance est réalisé en référence à la norme : NF X 10 999 « Forage d'eau et de géothermie – Réalisation, suivi et abandon d'ouvrages de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages », Août 2014</p>
<p>MILIEU GAZ DU SOL</p>	<p>Les prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les échantillons de gaz du sol sont réalisés selon la norme :</p> <p>NF ISO 18400-204 « Qualité du sol – Echantillonnage – Partie 204 : lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol », Juillet 2017</p>

Annexe III : **Fiches de suivi de sondages et prélèvements des sols**

Annexe IV : **Bordereaux d'analyses des sols**

Annexe V : Coupes géologiques et techniques des piézomètres

Annexe VI : **Fiches de prélèvement des eaux souterraines**

Annexe VII : **Bordereaux d'analyses des eaux souterraines**

Annexe VIII : **Coupes géologiques et techniques des piézairs**

Annexe IX : **Fiches de prélèvement des gaz du sol**

Annexe X : Bordereaux d'analyses des gaz du sol et des eaux souterraines

Annexe XI : **Evaluation Quantitatives des Risques Sanitaires**



Acteur majeur de l'ingénierie de l'environnement
et de la valorisation des territoires



ENVIRONNEMENT

Évaluation, gestion et valorisation des sites et sols pollués, dossiers réglementaires, risques industriels, audits et conseils, clés en main et maîtrise d'œuvre de travaux de dépollution.



INFRASTRUCTURES

Géotechnique, fondations et terrassements, ouvages et structures, démantèlement, déconstruction, désamiantage, déplombage, gestion et valorisation des matériaux et des déchets, aménagement du territoire, risques naturels.



EAU

Évaluation, exploitation, gestion de la ressource en eau, géothermie, eau potable et assainissement, traitement des eaux industrielles, aménagements hydrauliques et restauration écologique, sécurisation de la ressource eau.



MESURES ET GESTION DES DONNÉES

Mesures d'eau, de pollution atmosphérique, d'exposition professionnelle, d'air ambiant, d'air intérieur, modélisation, simulation numérique et spatialisation, systèmes d'information et data management, solutions pour le data management environnemental

Références :



OPOIBI
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE



Portées
communiquées
sur demande