

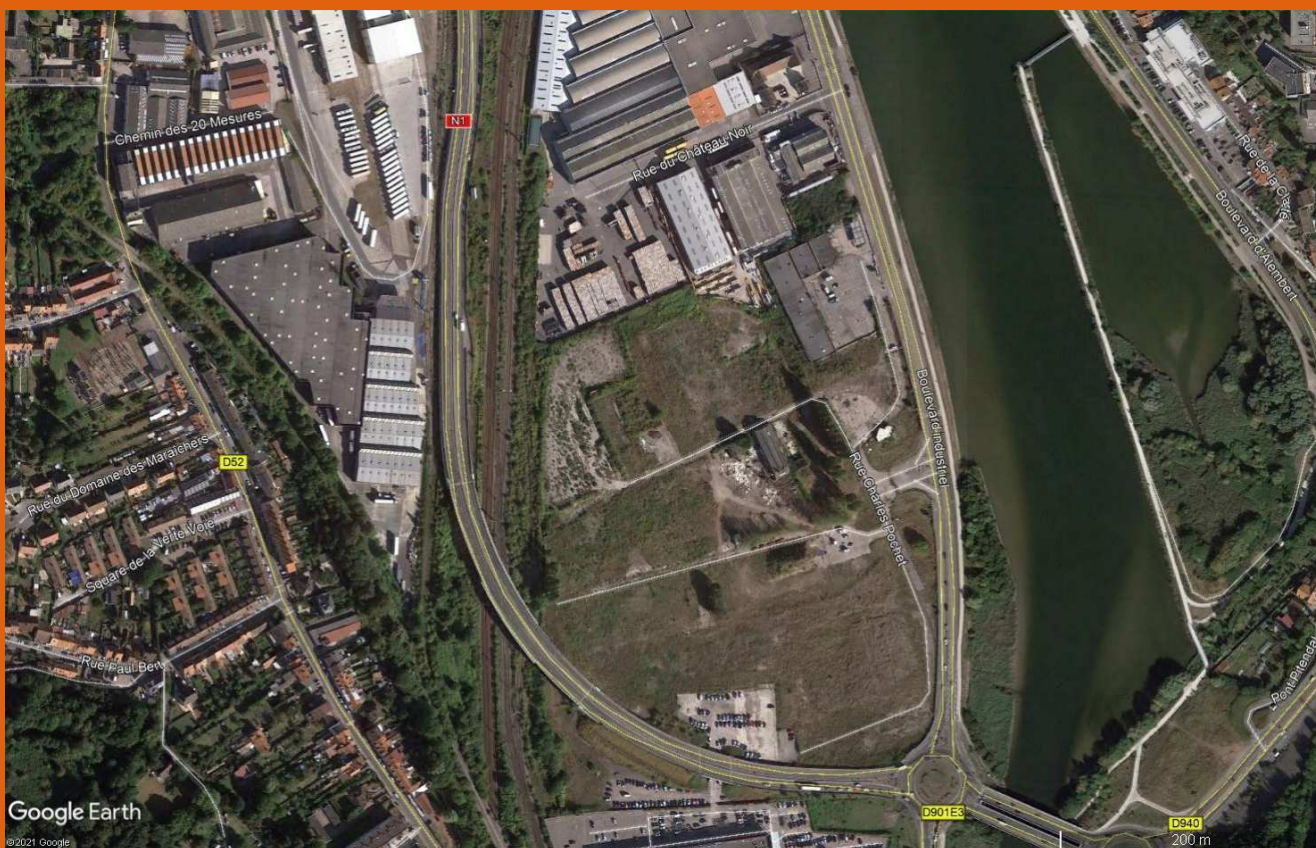
COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION DU BOULONNAIS

FRICHE RESURGAT - BOULEVARD INDUSTRIEL - OUTREAU (62)

PROJET DE REAMENAGEMENT EN SECTEUR TERTIAIRE

PLAN DE GESTION PRELIMINAIRE

Rapport



Emetteur	Phase / cat	Réf	Type	Indice	Statut
AFR	PG	04	RPT	A	

Réf Aff. Arcadis : FR0120-000829 / FR0120-000829-PG-10005-RPT-A01.docx

Contacts

Raphaëlle MARCHAL
Chef de projet

M : + 33 3 28 51 11 27

Raphaelle.marchal@arcadis.com

Arcadis ESG – siège social
200-216 Rue Raymond Losserand
75014 Paris
France

Réf affaire Emetteur : FR0120-000829

Arcadis est certifiée par le LNE (www.lne.fr) pour le domaine des Sites et Sols Pollués. Cette certification atteste de la conformité des services proposés avec les exigences définies dans le référentiel de certification (Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués) et celles des normes françaises NF X 31-620 relatives aux Sites et Sols Pollués de décembre 2021.

Le périmètre de notre certification concerne l'établissement de Paris et les domaines A (Etudes, Assistance et Contrôle), B (Ingénierie des travaux de réhabilitation, C (Exécution des travaux de réhabilitation) et D (Mission ATTES)¹.



Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
A01	Xx/xx/2022	Première diffusion	C. DARRACQ	A. BLUSSEAU R. MARCHAL	N. PLANEL

Il est de la responsabilité du destinataire de ce document de détruire l'édition périmée ou de l'annoter « Edition périmée ».
Document protégé, propriété exclusive d'Arcadis ESG.
Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.

¹ Certificats n°24141 révision 4, n°24143 révision 4, n°30039 révision 3 et 36924 révision 0 valables jusqu'au 28 juin 2025

TABLE DES MATIERES

RESUME NON TECHNIQUE	10
1 INTRODUCTION ET CADRE	14
1.1 Général	14
1.2 Rappels du contexte de la mission	15
1.3 Consistance et objectifs de la mission	15
1.4 Présentation des missions complémentaires confiées à Arcadis dans le cadre du projet	16
1.5 Cadre normatif et méthodologique général	17
1.6 Limites et exclusions	18
2 RAPPEL DES DONNEES CONCERNANT LA ZONE D'ETUDE	19
2.1 Contexte géographique	19
2.1.1 Localisation géographique	19
2.1.2 Projet d'aménagement de la zone RESURGAT	20
2.2 Contexte historique du site	21
2.3 Contexte environnemental	22
2.3.1 Contexte géologique	22
2.3.2 Contexte hydrogéologique	25
2.3.3 Contexte hydrologique et usage des eaux de surface	26
2.3.4 Information sur les risques naturels et technologiques majeurs	26
2.3.5 Contexte écologique	27
2.4 Investigations réalisées au droit de la zone d'étude	27
2.4.1 Synthèse des données analytiques disponibles et travaux de réhabilitation réalisés	27
2.4.2 Données disponibles sur les eaux souterraines	36
2.4.3 Données disponibles sur les gaz du sol	38
3 DEFINITION DU SCHEMA CONCEPTUEL	40
3.1 Projet d'aménagement de la zone d'étude	40
3.2 Scénarios étudiés	40
3.3 Sources de pollutions	40
3.4 Voies de transferts et milieux d'exposition	41
3.5 Cibles potentielles	41
3.6 Voies d'exposition potentielles	41
3.6.1 Voies d'exposition retenues	41
3.6.2 Voies d'exposition non retenues	41
4 STRATEGIE D'ETUDE	43
5 DEFINITION ET CARACTERISATION DES ZONES SOURCES	44
5.1 Préambule	44

5.2	Choix des composés concernés	44
5.3	Cas des hydrocarbures	45
5.4	Cas des HAP	48
5.5	Cas des ETM	50
5.5.1	Cas du plomb	50
5.5.2	Cas du zinc	52
5.5.3	Cas du cuivre	54
5.6	Synthèse	56
5.7	Détermination des surfaces et volumes des pollutions concentrées	57
5.7.1	Méthodologie et hypothèses	57
5.7.2	Estimation des volumes de terres impactées	57
6	MAITRISE DES IMPACTS SANITAIRES : ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	64
6.1	Méthodologie	64
6.2	Substances retenues pour les calculs de risques et concentrations utilisées	65
6.3	Modélisation des transferts	69
6.4	Calcul de l'exposition	70
6.4.1	Mode de calcul des DJE	70
6.4.2	Synthèse des paramètres d'exposition des cibles	70
6.4.3	Budget espace-temps	70
6.5	Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence	70
6.6	Synthèse des risques résiduels attendus	71
6.7	Discussion des résultats	71
6.8	Conclusions sur la compatibilité sanitaire du site avec les usages projetés	72
7	BILAN COUTS/AVANTAGES	73
7.1	Introduction au déroulement de l'étude et limites du bilan coûts/avantages proposé	73
7.2	Rappel de quelques données d'entrée complémentaires utiles à la compréhension du bilan coûts/avantages	74
7.3	Etude des meilleures technologies de traitement disponibles	74
7.3.1	Approche préliminaire par famille de traitement	74
7.3.2	Approche par technique à la suite du tri précédent	77
7.3.3	Descriptif technique simplifié des technologies présélectionnées (sols)	80
7.3.4	Discussion des avantages et inconvénients des différentes techniques pressenties (hors critère économique)	83
7.3.5	Evaluation économique des solutions pressenties	84
7.3.6	Discussion sur les technologies	89
7.3.7	Eléments techniques complémentaires concernant les technologies sélectionnées	90
7.4	Conclusion du bilan coûts/avantages	91
8	RAPPEL DES HYPOTHESES DE CALCUL	92

9	RECOMMANDATIONS	93
9.1	Garder la mémoire du site	93
9.2	Amiante	93
9.3	Réemploi des matériaux issus des noues	93
9.4	Investigations complémentaires	93
9.4.1	Gaz du sol	93
9.4.2	Sols	94
9.5	Tests de faisabilité / tests pilotes	94
9.6	Risques transitoires liés à la période de chantier	94
10	RESTRICTIONS D'USAGE ET SERVITUDES LIEES AUX MESURES DE GESTION	96
10.1	Suivi des travaux de remise en état environnemental	96
10.2	Gestion des déblais	97
11	CONCLUSIONS	98

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques granulométriques des sols prélevés au droit du site	24
Tableau 2 : Fréquence de dépassement des valeurs de comparaison par ETM	50
Tableau 3 : Surfaces, volumes et tonnages ont été calculés pour chaque zone de pollution concentrée	59
Tableau 4 : Estimation des volumes de terres à traiter par ZPC	60
Tableau 5 : Concentrations d'entrée des calculs de risques résiduels	68
Tableau 6 : Paramètres de transfert retenus	69
Tableau 7 : Paramètres d'exposition retenus	70
Tableau 8 : Budget espace-temps retenus	70
Tableau 9 : Synthèse des risques calculés – scénario tertiaire	71
Tableau 10 : Avantages et inconvénients des différentes techniques de dépollution des sols	76
Tableau 11 : Avantages et inconvénients des techniques de traitement des sols utilisables dans le cadre du présent projet	79
Tableau 12 : Estimations financières des différentes méthodes retenues pour le traitement des sols avec et sans traitement des ZPC-Cu	88
Tableau 13 : Avantages et inconvénients des combinaisons de traitements proposés	90

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site sur extrait de carte IGN (Source : Géoportail)	19
Figure 2 : Scénario d'aménagement – suite réunion PDT Mars 2022 (sans échelle)	21
Figure 3 : Classification triangulaire des sols fins	24
Figure 4 : Répartition des teneurs classées en HC C10-C40 dans les sols (toutes concentrations confondues à gauche, et zoom sur les concentrations < 10 000 mg/kg à droite)	45
Figure 5 : Répartition des teneurs non-classées en HC C10-C40 dans les sols (toutes concentrations confondues à gauche, et zoom sur les concentrations < 10 000 mg/kg à droite)	46
Figure 6 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en HCT	47
Figure 7 : Répartition des teneurs classées en HAP (16) dans les sols (teneurs classées à gauche et non classées à droite)	48
Figure 8 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en HAP	49
Figure 9 : Répartition des teneurs en plomb dans les sols	50
Figure 10 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en plomb	51
Figure 11 : Répartition des teneurs en zinc dans les sols	52
Figure 12 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en zinc	53
Figure 13 : Répartition des teneurs en cuivre dans les sols sur le lot SDIS	54
Figure 14 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en cuivre	55
Figure 15 : Localisation des ZPC sur plan de synthèse des investigations réalisées	58
Figure 16 : Volumes de terres à traiter par famille de composés	60
Figure 17 : Volumes de terres à traiter par composé	61

Figure 18 : Modélisation à partir de données sol versus modélisation à partir de données gaz du sol	72
Figure 19 : Schéma de principe du lavage sur site ou hors site	81
Figure 20: Procédé de traitement en biotertre (source : BRGM)	81
Figure 21: Procédé de traitement en landfarming (source : BRGM)	82
Figure 22: Procédé de traitement par confinement sur site (source : Arcadis)	82

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Esquisses de projet d'aménagement en date du 30 avril 2020
- Annexe 2 : Schéma d'implantation des sondages, piézomètres et piézairs (toutes campagnes confondues)
- Annexe 3 : Synthèse des données disponibles sur les sols
- Annexe 4 : Synthèse des données disponibles sur les eaux souterraines
- Annexe 5 : Synthèse des données disponibles sur les gaz du sol
- Annexe 6 : Schéma conceptuel
- Annexe 7 : Zones de pollutions concentrées
- Annexe 8 : Méthodologie de calcul des risques
- Annexe 9 : Synthèse des données disponibles pour réaliser les calculs de risques – concentrations résiduelles attendues
- Annexe 10 : Toxicologie des substances et organes cibles
- Annexe 11 : Justification du choix des paramètres de transfert
- Annexe 12 : Equations de transfert
- Annexe 13 : Feuilles de transfert gaz du sol / air ambiant
- Annexe 14 : Feuilles de transfert sols / air ambiant
- Annexe 15 : Equations de calcul des DJE
- Annexe 16 : Justification du choix des paramètres d'exposition
- Annexe 17 : VTR retenues pour l'étude
- Annexe 18 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature
- Annexe 19 : Justification du choix des VTR
- Annexe 20 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario tertiaire
- Annexe 21 : Incertitudes des calculs de risques

GLOSSAIRE

AEP :	Alimentation en Eau Potable	OEHA :	Office of Environmental Health Hazard Assessment (agence américaine)
ARR :	Analyse des Risques Résiduels	OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
AEI :	Alimentation en Eau Industrielle	PCB :	PolyChloroBiphényles
ASPITET :	Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces	PEHD :	PolyÉthylène Haute Densité
ATSDR :	Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agence américaine)	Pz/PZ :	Piézomètre
BCA :	Bilan coûts/avantages	PzR/PZR :	Piézair
BTEXN :	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes, Naphtalène	QD :	Quotient de Danger
CNTP :	Conditions Normales de Température et de Pression	RDC :	Rez-de-chaussée
COHV :	Composés Organo-Halogénés Volatils (solvants chlorés)	RIVM :	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (agence hollandaise)
DJE :	Dose Journalière d'Exposition	TEF :	Facteur d'équivalence toxicologique
DR :	Dose de Référence	UPDS :	Union des Professionnels de la Dépollution des Sols
EQRS :	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires	US EPA :	United States Environmental Protection Agency
ERI :	Excès de Risque Individuel	VTR :	Valeur Toxicologique de Référence
ERU :	Excès de Risque Unitaire	ZNIEFF :	Zone Naturelle d'intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique
ETM :	Éléments Traces Métalliques : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn)	ZPC :	Zone de Pollution Concentrée
HAP :	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		
HC :	Composés constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène uniquement. Ce terme est donc utilisé pour désigner les hydrocarbures dits « pétroliers », autrement dit les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques.		
HCSP :	Haut Conseil de la Santé Publique		
INERIS :	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques		
ISD :	Installation de Stockage des Déchets (I : Inertes, ND : Non dangereux, D : Dangereux)		
LQ :	Limite de Quantification		

RESUME NON TECHNIQUE

Dans le cadre du projet de réaménagement en zone tertiaire de la friche RESURGAT localisée en bordure du Boulevard Industriel à Outreau (62), et pour faire suite à différentes campagnes d'investigations et de travaux menés sur le site depuis 2010, la **Communauté d'Agglomération du Boulonnais (CAB)** a missionné **Arcadis** pour la réalisation d'un plan de gestion.

Les investigations les plus récentes et les plus nombreuses, réalisées par Arcadis en 2021 et 2022, ont mis en évidence au droit de la friche RESURGAT à Outreau (62) :

- **Concernant les sols :**
 - La présence de zones de pollutions concentrées en ETM, HC C₁₀-C₄₀ et HAP
 - L'absence d'impact en COHV, HC C₅-C₁₀, PCB et BTEX.
- **Concernant les eaux souterraines (2 campagnes de prélèvements et d'analyses) :**
 - La présence localisée d'un impact en zinc au droit de Pz1 (amont hydraulique)
 - L'absence de quantification des hydrocarbures C₅-C₁₀, hydrocarbures C₁₀-C₄₀, BTEX, COHV et PCB
 - La présence de traces de HAP
- **Concernant les gaz du sol :**
 - L'absence d'impact sur ce milieu malgré la présence de traces de certains composés volatils

En cohérence avec la méthodologie nationale encadrant la gestion des sites et sols pollués en France, une étude de la définition des pollutions concentrées dans les sols a été menée. En synthèse, l'analyse réalisée a permis de proposer :

- Un **seuil de coupure en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ de 2 500 mg/kg.**
- Un **seuil de coupure en HAP de 250 mg/kg.**
- Un **seuil de coupure en plomb de 650 mg/kg.**
- Un **seuil de coupure en zinc de 800 mg/kg.**

A ce stade de l'étude, les seuils de coupure présentés ne sont pas des objectifs de réhabilitation, mais des valeurs guide de gestion et de maîtrise des sources concentrées identifiées. En phase travaux, ces seuils permettront d'évaluer l'avancement du retrait des sources concentrées. Pour rappel, ils sont susceptibles d'être révisés ultérieurement, à l'issue des investigations complémentaires qui pourraient être nécessaires au dimensionnement correct des zones de pollutions concentrées.

L'estimation des volumes de terres impactées (pollutions concentrées) amène les remarques et précisions suivantes :

- Une partie des terrains concernés par les « pollutions concentrées » sont situés sous eau. Ainsi il est probable que les tonnages estimés à ce stade soient en réalité plus élevés car les terres seront gorgées d'eau (densité prise à 1,8 à ce stade). Un temps de ressuyage sera nécessaire après excavation des matériaux.
- Les volumes et tonnages estimés à ce stade sont conséquents, et basés sur les données analytiques et observations de terrain disponibles à ce jour. Une estimation plus fine des volumes et tonnages de terres à traiter est requise, et nécessitera dans ce cas la réalisation de sondages complémentaires pour affiner le maillage de données.

- Au droit ou à proximité de certaines ZPC, la présence de terrains contenant de l'amiante (non investigués par Arcadis) a été relevée par l'entreprise RENARD. Une partie des zones de pollution concentrée est située dans les zones amiantées (selon l'estimation à date, environ 4% des volumes et tonnages concernés des terres à traiter)
- Les ETM (hors Cuivre) représentent à eux seuls 65% des volumes et tonnages concernés des terres à traiter

Une analyse des enjeux sanitaires a été réalisée sur la base des teneurs résiduelles attendues après traitement de l'ensemble des zones de pollution concentrée. Il s'agit d'une Analyse des Risques Résiduels prédictive (ARR prédictive).

Elle permet de déterminer si des mesures de gestion complémentaires au traitement des ZPC sont nécessaires pour valider la compatibilité sanitaire du site avec l'usage envisagé.

Conformément au projet d'aménagement, le scénario retenu est un **scénario tertiaire avec présence de bureaux en RDC d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol**, avec espaces verts en extérieur, et accueil possible de public (y compris enfants).

Au regard des données disponibles, des calculs de risques résiduels attendus réalisés et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site, à l'issue du traitement des pollutions concentrées, **sera compatible d'un point de vue sanitaire avec un usage futur de type tertiaire** au rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol, y compris après réemploi des matériaux issus de la création des noues, **sous réserve de s'assurer de l'absence de dégazage de composés volatils au droit de Ni14 ou FC15 par la réalisation de piézairs et le prélèvement de gaz du sol.**

Ces conclusions restent valables pour l'accueil du public (y compris enfant).

Il est à noter que si la réutilisation des déblais issue de la création des noues a été étudiée et validée d'un point de vue sanitaire pour les échantillons disponibles, il n'en reste pas moins que des impacts divers, ont été mis en évidence dans ces matériaux (notamment HAP, hydrocarbures). Ainsi, il s'agira de privilégier le réemploi des matériaux les plus propres (présentant les concentrations les plus faibles), tandis que ceux assimilables à des pollutions concentrées suivant les critères définis dans le cadre de la présente étude devront être traités.

Par ailleurs Arcadis rappelle que cette étude sur la possibilité de réemploi des matériaux ne préjuge en rien de la faisabilité géotechnique de ce remploi au regard du projet envisagé.

A ce stade de connaissance sur les pollutions concentrées à gérer, Arcadis, après un bilan coûts/avantages a identifié, comme solutions de traitement des zones impactées :

- **Excavation, transport puis traitement physico-chimique hors site des terres impactées en ETM, et excavation puis traitement biologique sur site des terres impactées en HCT et HAP et remblaiement sur site après traitement, pour un montant estimé entre 610 k€ et 2 010 k€ HT (hors terres amiantées) selon les hypothèses de surfaces et volumes considérées,**

Ou bien, dans le cas où un traitement sur site ne serait pas envisageable (pour des questions de planning, de place ou d'organisation) :

- **Excavation, transport puis envoi des terres impactées en HCT, HAP et ETM dans un centre de traitement physico-chimique, puis remblaiement du site par des terres d'apport, pour un montant estimé entre 790 k€ et 2 210 k€ HT (hors terres amiantées) selon les hypothèses de surfaces et volumes considérées.**

Compte tenu des contraintes associées à l'excavation et à la gestion de terres contenant potentiellement de l'amiante, et coûts afférents, il s'agira en effet autant que faire se peut d'éviter tout terrassement dans

cette zone de terres amiantées, de recouvrir la zone amiantée afin d'éviter tout envol de poussières ou de contact avec ces matériaux, et d'en garder la mémoire. Il s'agira par ailleurs soit d'éviter la construction de bâtiment dans ces zones, soit de s'assurer de la compatibilité sanitaire du maintien en place des ZPC détectées en zone amiantée.

Ces coûts et filières restent indicatifs à ce stade, car fortement dépendants des caractéristiques des ZPC à traiter en termes de volumes et de composés en présence.

A titre d'exemple, la plupart des impacts ETM (notamment en zinc et en plomb) pourraient être délimités plus finement. Ainsi, le volume de terres impactées et les surcoûts associés se verraient diminuer le cas échéant.

La faisabilité de certaines techniques (comme le traitement physico-chimique et le traitement biologique sur site) reste à vérifier par la réalisation d'essais pilote par exemple. Les résultats de ces essais de faisabilité pourraient également faire évoluer le bilan coûts/avantages.

La durée d'un tel projet, sur la base des hypothèses évoquées ci-dessus, est estimée à ce stade à environ **10 à 12 mois**.

Il est à rappeler et à noter que des odeurs d'hydrocarbures et/ou HAP, parfois associées à des irisations sur les eaux de la nappe superficielle, ont été relevées sur plusieurs sondages sur une large zone centrale (au droit des points FC15, FC16, FC18, FC19, FC20, FC21, FC22, Ni12, Ni13 et Ni16) et de manière plus ponctuelle au droit des points FC29 et FC31. Ces indices organoleptiques ont majoritairement été notés dans la zone de battement de la nappe, soit entre 1 et 2 m. Il existe donc une incertitude sur la présence potentielle de zones impactées en amont hydraulique de ces points et qui n'aurait pas été détectée à ce jour.

Les terres seront excavées selon les modalités usuelles en sites et sols pollués. Un tri sera opéré sur une base organoleptique et analytique. Des analyses de flancs et de fonds de fouille seront effectuées et figureront dans le dossier final de récolement ;

Les concentrations obtenues à l'issue du traitement permettront d'effectuer les calculs de l'analyse des risques résiduels (ARR) post-travaux.

Les hypothèses, recommandations, restrictions d'usage énoncées aux chapitres 8, 9 et 10 devront être respectées. Nous noterons notamment des recommandations concernant :

- La présence d'amiante sur le site
- Le réemploi des matériaux issus de la création des noues
- La réalisation d'investigations complémentaires
 - sur les gaz du sol
 - la zone amiantée
 - en amont et au cœur de la zone centrale présentant des indices organoleptiques en zone de battement de nappe
 - et pour mieux délimiter certaines ZPC, réduire significativement les surfaces et volumes concernés, et par conséquent les coûts de traitement.
- La réalisation d'études de faisabilités/tests pilote des traitement sur site envisagés

A noter que, dans le cadre de l'analyse des enjeux sanitaires réalisée :

- Les cibles étudiées correspondent aux usagers futurs les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires, puisqu'elles correspondent à un intervenant travaillant quotidiennement en rez-de-chaussée des futurs locaux.

Les calculs de risques couvrent donc les autres cibles qui pourraient être présentes sur le site, mais de façon moins exposée, que ce soit en raison de leur localisation en étages dans les bâtiments, ou du fait d'une fréquence et d'une durée d'exposition moindres (visiteurs, public y compris enfants...).

- En l'absence de données sur le mode de construction des futurs bâtiments, et par principe de prudence, il a été considéré que les bâtiments seront construits sans niveau de sous-sol (configuration la plus pénalisante pour les expositions).

Les calculs de risques couvrent donc des modes de construction sur niveau de sous-sol ou vide sanitaire.

- Par principe de précaution, les calculs de transfert et d'exposition ont été réalisés dans l'aménagement le plus propice à l'accumulation de gaz, soit une pièce de petite taille (15 m²).

Les calculs de risques restent donc valables pour tout aménagement de taille supérieure.

1 INTRODUCTION ET CADRE

1.1 Général

Dans le cadre du projet de réaménagement en zone tertiaire de la friche RESURGAT localisée en bordure du Boulevard Industriel à Outreau (62), la **Communauté d'Agglomération du Boulonnais (CAB)** a missionné **Arcadis** pour la réalisation d'investigations complémentaires afin de mettre à jour le Plan de Gestion relatif au projet de construction du Centre d'Incendie et de Secours (CIS), de l'étendre au périmètre de la zone Résurgat et de mettre également à jour les cartographies de gestion des déblais prévus d'être mobilisés au droit des futures noues d'infiltration et voie de desserte du lot SDIS.

Le présent rapport fait notamment suite aux rapports d'études suivants réalisés par **Arcadis** sur ce site :

- mission INFOS (dossier FR0120-000829-DIA-10001-RPT-A01 du 07 juin 2021) ;
- caractérisation de matériaux au droit des futures noues d'infiltration (dossier FR0120-000829-DIA-10002-RPT-A01 du 12 avril 2021) ;
- projet de construction d'un Centre d'Incendie et de Secours - diagnostic approfondi et Plan de Gestion (dossier FR0120-000829-PG-10003-RPT-A01 du 30 avril 2021) ;
- Diagnostic complémentaire dans le cadre de la mise à jour du plan de gestion et des cartographies de gestion des déblais (dossier FR0120-000829-DIA-10004-RPT-A01 du 06 avril 2022) ;
- Mise à jour du Plan de Gestion dans le cadre du projet de SDIS (dossier FR0120-000829-PG-10003-RPT-B01 de mai 2022).

Ce rapport présente les résultats du plan de gestion mené sur la totalité de la friche RESURGAT **dans le cadre du projet de réaménagement en usage tertiaire**.

Les cartographies de gestion des déblais prévus d'être mobilisés au droit des futures noues d'infiltration et voie interne de desserte du SDIS sont présentées dans le rapport de diagnostic.

Les objectifs du plan de gestion global sont de proposer à la **CAB** :

- la définition des zones de pollutions concentrées et leur cubature ;
- une analyse des enjeux sanitaires pour un usage tertiaire ;
- l'étude d'une possible réutilisation des matériaux issus des terrassements des noues pour surélever les futurs bâtiments ;
- si nécessaire, la définition des emprises des zones à traiter sur la base des résultats de l'analyse des enjeux sanitaires et de l'approche de maîtrise environnementale des sources (comme préconisé par la méthodologie du ministère de l'Environnement de 2007 révisée en 2017) ;
- un bilan coûts/avantages des mesures de gestion des zones de pollution concentrée et/ou des éventuels risques sanitaires ;
- le choix des mesures de gestion jugées les plus appropriées techniquement et économiquement, et présentation en détail de la méthodologie de dépollution du site (et seuils de réhabilitation associés) ;
- le modèle de fonctionnement du site.

Ce plan de gestion est basé sur les données recueillies lors de l'ensemble des diagnostics menés sur le secteur d'étude depuis 2010, dont les résultats sont rappelés de façon synthétique en chapitre 2.4.

1.2 Rappels du contexte de la mission

La **Communauté d'Agglomération du Boulonnais (CAB)** porte un projet d'aménagement en secteur tertiaire d'une ancienne friche industrielle dite zone RESURGAT, localisée boulevard Industriel à OUTREAU (62).

Cette friche est reprise au cadastre, en tout ou partie, sous les références XI57, XI61, XI62, XI63 et XI65 couvrant une superficie totale d'environ 9 hectares.

Les entrées principales de la friche comportent quelques enrochements ou des empilements de blocs béton sans point d'ancrage.

Ce site est inscrit dans la base de données BASIAS (base de données sur les anciens sites industriels) sous les références NPC6202315 au nom de la Société des produits céramique et réfractaires de Boulogne et NPC6202302 au nom de la Société Générale des Fonderies.

Des travaux de désamiantage / démolition / retrait des sources de pollution concentrée ont été menés sur certaines parties du site par la **CAB** et par l'EPF. A la date de rédaction de ce rapport, l'ensemble des superstructures du site est démoli à l'exception d'un poste de détente gaz.

En 2021, **Arcadis** a réalisé pour le compte de la **CAB** les missions suivantes :

- synthèse historique et environnementale à l'échelle de la zone RESURGAT, reprenant notamment les études antérieures produites sur la zone d'étude (objet du rapport **Arcadis** n° FR0120-000829-DIA-10001-A01) ;
- mission d'investigations de terrains par sondages, prélèvements et analyses en laboratoire d'échantillons de sols en vue d'établir une **caractérisation systématique des matériaux** localisés **dans l'emprise des futures noues** afin de déterminer les filières d'élimination envisageables pour les futurs déblais voire les possibilités de leur réutilisation, notamment sur le « lot SDIS » (objet du rapport **Arcadis** n° FR0120-000829-DIA-10002-A01 et FR0120-000829-DIA-10004-A01) ;
- mission d'investigations complémentaires menées en février / mars 2021 sur les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines, et réalisation d'un plan de gestion axé sur le lot « SDIS » (localisé globalement au sud-ouest de la friche) afin de définir les **mesures de gestion** de la pollution des sols à mettre en œuvre afin d'assurer la **compatibilité sanitaire** entre l'état des milieux et le nouvel usage projeté au droit des terrains (Centre d'Incendie et de Secours), en conformité avec la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués en vigueur (objet du rapport **Arcadis** n° FR0120-000829-PG-10003-B01).

Par ailleurs, des travaux de désamiantage / démolition / retrait des sources de pollution concentrée sur deux secteurs de la zone d'étude ont été réalisés fin 2021 / début 2022 sous maîtrise d'ouvrage de l'EPF. Les investigations environnementales réalisées dans le cadre de la présente étude et localisées dans ces zones de travaux ont donc été réalisées en un second temps, après travaux EPF.

1.3 Consistance et objectifs de la mission

Dans ce contexte, la **CAB** a confié à **Arcadis** la réalisation de la suite des études environnementales nécessaires à l'aménagement en secteur tertiaire actuellement envisagé, avec pour objectifs principaux :

- la mise à jour du Plan de Gestion réalisé sur le lot « SDIS » : objet du rapport FR0120-000829-PG-10003-RPT-B01
- la mise à jour des cartographies de gestion des déblais prévus d'être mobilisés au droit des futures noues d'infiltration et voie de desserte du lot SDIS : objet du rapport FR0120-000829-DIA-10004-RPT-A01 du 06 avril 2022
- la réalisation d'un Plan de Gestion spécifique au projet d'aménagement tertiaire et couvrant les emprises publiques et les autres lots privés, ainsi que l'emprise du futur SDIS, **objet du présent rapport**.

1.4 Présentation des missions complémentaires confiées à Arcadis dans le cadre du projet

Dans le cadre du projet de réaménagement en secteur tertiaire des terrains étudiés, la **Communauté d'Agglomération du Boulonnais (CAB)** a confié à **Arcadis** la réalisation des prestations complémentaires globales suivantes :

- **mission DIAG** : réalisation d'investigations complémentaires sur le « lot SDIS » avec pour objectif de compléter les données d'entrée du plan de gestion
 - sur le milieu « sol » visant à délimiter davantage les zones de pollution concentrée afin d'affiner les volumes de terres à traiter et les coûts de gestion estimés ;
 - sur le milieu « gaz du sol » afin de disposer d'une meilleure représentativité des données, conformément aux recommandations de la méthodologie en vigueur ;
 - sur le milieu « eaux souterraines » afin de disposer également d'une meilleure représentativité des données ;

Les données issues de cette phase d'investigations complémentaires sont exposées dans le rapport FR0120-000829-DIA-10004-RPT-A01 et intégrées dans le rapport de mise à jour du Plan de gestion (dossier n° FR0120-000829-PG-10003-RPT-B01).

- **mission DIAG** : dans l'optique de définir les modalités de gestion des déblais engendrés par les travaux de terrassement au droit des futures noues et voirie de desserte du lot SDIS, et de limiter les coûts liés à l'évacuation de terres non inertes, réalisation de sondages complémentaires afin de disposer d'un maillage plus dense et de délimiter les secteurs où des matériaux non inertes ont été relevés en 2021 (secteurs des sondages F3-F7-F8, T1, T5, F15-F16-F17 et T6-F19-F20) ainsi que dans un secteur (sondage F11) ayant présenté des irisations dans les eaux souterraines + réalisation d'investigations au droit des autres lots privés : (**objet du rapport FR0120-000829-DIA-10004-RPT-A01**)
- **mission PG (objet du rapport FR0120-000829-PG-10003-RPT-B01)** : réalisation d'une mise à jour du Plan de Gestion sur les terrains spécifiquement concernés par le projet de Centre d'Incendie et de Secours du SDIS ;
- **mission PG (objet du présent rapport)** : réalisation d'un Plan de Gestion spécifique au projet d'aménagement tertiaire et couvrant les emprises publiques et les autres lots privés, ainsi que l'emprise du futur SDIS.

1.5 Cadre normatif et méthodologique général

Notre étude a été réalisée conformément aux prescriptions et méthodologies décrites dans :

- la note du 19 avril 2017 de la Ministre de l'Ecologie et les textes méthodologiques associés concernant les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués ;
- le guide "Diagnostic de site" version 0 du 08/02/07 du Ministère en charge de l'Environnement (actuellement MTE) ;
- la norme NF X 31-620-2 intitulée "Prestations de services relatives aux sites et sols pollués – Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle", publiée par l'AFNOR en juin 2011 et révisée en décembre 2021.
Les prestations à réaliser correspondent en tout ou partie à :
 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols (A200)
 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines (A210)
 - Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol (A230)
 - Analyse des enjeux sanitaires (A320)
 - Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages (A330)

Le champ d'application de la présente étude est également celui du **référentiel de certification LNE « Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués »** (www.lne.fr) pour lequel Arcadis (agence de Paris – siège social) a obtenu la certification :

- pour le domaine **Etudes, Assistance et Contrôle** : Certificat n°24141 révision 5, valable jusqu'au 28 juin 2025
- pour le domaine **Ingénierie des travaux de réhabilitation** : Certificat n°24143 révision 5, valable jusqu'au 28 juin 2025
- pour le domaine **Exécution des travaux de réhabilitation** : Certificat n°30039 révision 4, valable jusqu'au 28 juin 2025
- pour la **délivrance des attestations garantissant la prise en compte des mesures de gestion de la pollution dans la conception du projet de constructions ou d'aménagement** : Certificat n°36924-0, valable jusqu'au 28 juin 2025

1.6 Limites et exclusions

Le périmètre de la présente étude concerne les pollutions chimiques des sols, des eaux souterraines et des gaz du sol. Il ne traite pas des pollutions par des substances radioactives, par des agents pathogènes, par l'amiante ou par des engins pyrotechniques.

Il ne concerne également pas l'évaluation de la conformité réglementaire et Hygiène/Sécurité.

De plus, les prestations réalisées ne concernent notamment pas à ce stade :

- la prise en compte d'autres scénarios ou voies d'exposition que ceux prévus dans notre offre ;
- la réalisation d'investigations hors site ;
- la réalisation d'une IEM ou d'un plan de gestion hors site ;
- la mise à jour des calculs de risques en cas de changements dans le projet d'aménagement ou d'acquisition de nouvelles données ;
- l'étude des possibilités de valorisation hors site des déblais des noues ;
- la constitution des dossiers éventuels de demande de servitudes ;
- l'étude technico-économique de la gestion des déblais générés par les terrassements prévus par le projet (sous-sol, vide sanitaire, VRD...) ;
- la recherche des exutoires pour les déblais de terrassement ;
- la réalisation des travaux de réhabilitation ;
- la réalisation des mesures du plan de gestion ;
- le suivi et le contrôle des opérations de dépollution et de la réalisation des mesures de gestion ;
- l'élaboration du procès-verbal de récolement à l'issue des opérations de dépollution ;
- le bilan quadriennal de la surveillance environnementale.

Par ailleurs, précisons que des investigations de caractérisation environnementale sont conditionnées par de nombreux facteurs, et notamment :

- pertinence et fiabilité des données existantes ;
- accessibilité et configuration de certaines installations potentiellement polluantes à reconnaître (anciens réservoirs de stockage enterrés par exemple) ;
- occupation du sol ne permettant pas d'atteindre des installations ou des zones à investiguer situées, par exemple, sous des bâtiments ou à proximité de réseaux enterrés ou à proximité de voiries publiques ;
- hétérogénéité naturelle et/ou anthropique du milieu souterrain ;
- représentativité des échantillonnages effectués, fonction dans certains cas des conditions météorologiques ;
- représentativité des analyses effectuées en laboratoire (représentativité de la prise élémentaire pour analyse par rapport à l'échantillon prélevé).

En conséquence, un constat basé sur des prélèvements ponctuels (discrétisation) ne peut raisonnablement pas prétendre à une détermination exhaustive des caractéristiques du sous-sol et de son encombrement, et ne permet donc pas d'évaluer précisément d'éventuels volumes de sols contaminés.

Le diagnostic environnemental permet d'orienter les éventuelles actions à mettre en œuvre (diagnostic complémentaire, monitoring, plan de gestion, etc.) sur la base d'un schéma conceptuel et de l'analyse qualitative des enjeux sanitaires associée.

2 RAPPEL DES DONNEES CONCERNANT LA ZONE D'ETUDE

Une partie des données présentées ci-après est notamment issu du rapport de mission INFOS réalisé par Arcadis n° FR0120-000829-DIA-10001-RPT-A01.

Pour davantage d'informations, le lecteur pourra se référer à ce document.

2.1 Contexte géographique

2.1.1 Localisation géographique

La friche RESURGAT est localisée au sud de la zone Capécure de Boulogne-sur-Mer, en rive gauche de la Liane, entre le viaduc d'accès à la zone Capécure et le Boulevard Industriel, sur la commune d'Outreau (62).

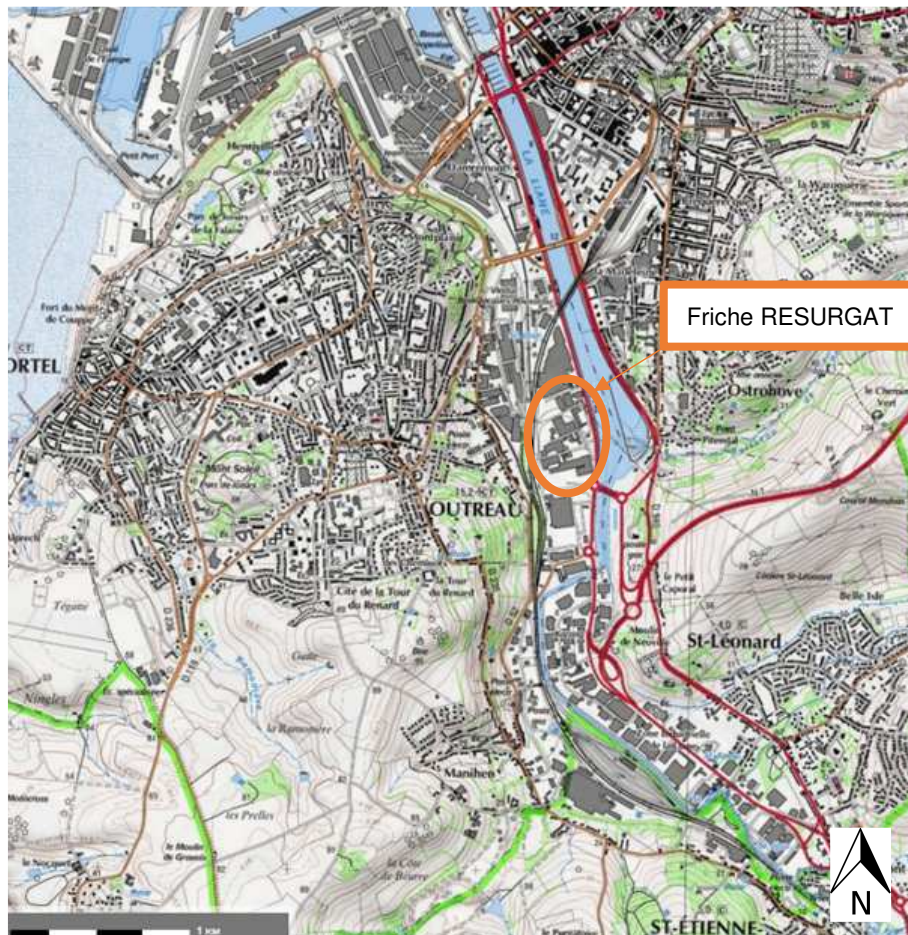


Figure 1 : Localisation du site sur extrait de carte IGN (Source : Géoportail)

Cette friche est reprise au cadastre, en tout ou partie, sous les références XI57, XI61, XI62, XI63 et XI65 couvrant une superficie totale d'environ 9 hectares.

Les entrées principales de la friche comportent quelques enrochements ou des empilements de blocs béton sans point d'ancrage.

Ce site est inscrit dans la base de données BASIAS (base de données sur les anciens sites industriels) sous les références NPC6202315 au nom de la Société des produits céramique et réfractaires de Boulogne et NPC6202302 au nom de la Société Générale des Fonderies.

Ces terrains sont calés à une cote altimétrique d'environ + 7 à +8 m NGF, sur un terrain relativement plat.

Dans l'environnement immédiat du site, sont recensés :

- au nord, une zone industrielle en activité ;
- à l'est, le Boulevard Industriel bordant la Liane ;
- au sud, un centre commercial ;
- à l'ouest, des voies ferrées et la rocade urbaine.

Selon le Plan Local d'Urbanisme de Boulogne sur Mer, les terrains étudiés se trouvent en zone UEg (espaces urbains à vocation principale d'activités économiques mixtes et d'équipements publics ou d'intérêt collectif).

2.1.2 Projet d'aménagement de la zone RESURGAT

Annexe 1 : Esquisses de projet d'aménagement en date du 30 avril 2020

La **Communauté d'Agglomération du Boulonnais** a fourni une présentation de deux scénarii d'aménagement envisagés datée du 30 avril 2020, réalisée par l'atelier KVDS – Urbaniste Conseil.

Tel qu'il nous l'a été présenté, le projet consiste :

- en l'aménagement de quatre grands lots séparés par deux axes de voiries (scénario 1) ou d'un découpage de lots de plus petite dimension, avec trois voiries principales de desserte (scénario 2) ;
- en partie nord et sud, l'aménagement de noues / bassins, probables zones tampons voire d'infiltration des eaux pluviales ;
- les lots seront à usage tertiaire.

La **CAB** sera maître d'ouvrage des travaux d'aménagement. Les îlots seront ensuite cédés à des promoteurs, dont le Département pour la construction d'un Centre d'Incendie et de Secours (usuellement dénommé CIS).

Les esquisses de projet d'aménagement en date du 30 avril 2020 et tels qu'ils nous l'ont été présentés, notamment en ce qui concerne les deux scénarii envisagés pour la création des noues, sont jointes en Annexe 1.

Ci-dessous, la dernière version des plans qui nous ont été présentés.



D'après les informations recueillies à l'issue de l'étude documentaire et historique menée par Arcadis (rapport Arcadis n° FR0120-000829-DIA-10001-RPT-A01), il apparaît que les terrains de la friche RESURGAT ont fait l'objet des usages suivants :

Ces activités relevaient pour partie du régime des ICPE (autorisation et déclaration) par la présence :

- sur la partie centrale de la friche : d'une citerne probablement destinée à l'avitaillement de locomotive(s) utilisée(s) sur site pour le convoiement de matières premières et/ou de marchandises, d'atelier de mécanique faisant probablement appel à des machines-outils, d'atelier de broyage, mélange et coulage ;
- sur le secteur de fabrication de produits « sanitaires » : de zones de stockages de matières premières, de chaînes de production dont l'atelier d'émaillage et le four de cuisson, fonctionnant à l'aide d'une chaudière semblant avoir été alimentée par deux gazomètres. D'ailleurs, une demande d'autorisation d'exploiter fait mention de l'existence dans ce secteur d'un réservoir d'hydrocarbures (capacité d'environ 50 m³) et probablement à rattacher aux cuves aériennes repérées sur photographies aériennes, sans que leur contenu ne soit cependant identifié.

Depuis 1985 (cessation des activités de le SGF) et jusqu'aux années 2010 : les parcelles et bâtiments existants sont achetés par des sociétés de Boulogne-sur-Mer, dont la société LYMO, qui y développent une zone artisanale nommée Résurgat 1. Aucun changement dans la configuration des bâtiments n'a été observé. Les différentes activités pratiquées recensées sont à rattacher au domaine de la logistique / stockage de meubles / stockage et négoce de graines / activités de loisirs / transport, fabrication et négoce d'éléments de menuiseries aluminium et PVC...

Après 2010 : les terrains étudiés sont progressivement rachetés par l'Etablissement Public Foncier (EPF) et la **Communauté d'Agglomération du Boulonnais (CAB)** dans le cadre d'une déclaration d'utilité publique. La plupart du bâti fait l'objet d'une démolition soit sous maîtrise d'ouvrage de la CAB, soit sous maîtrise d'ouvrage de l'EPF.

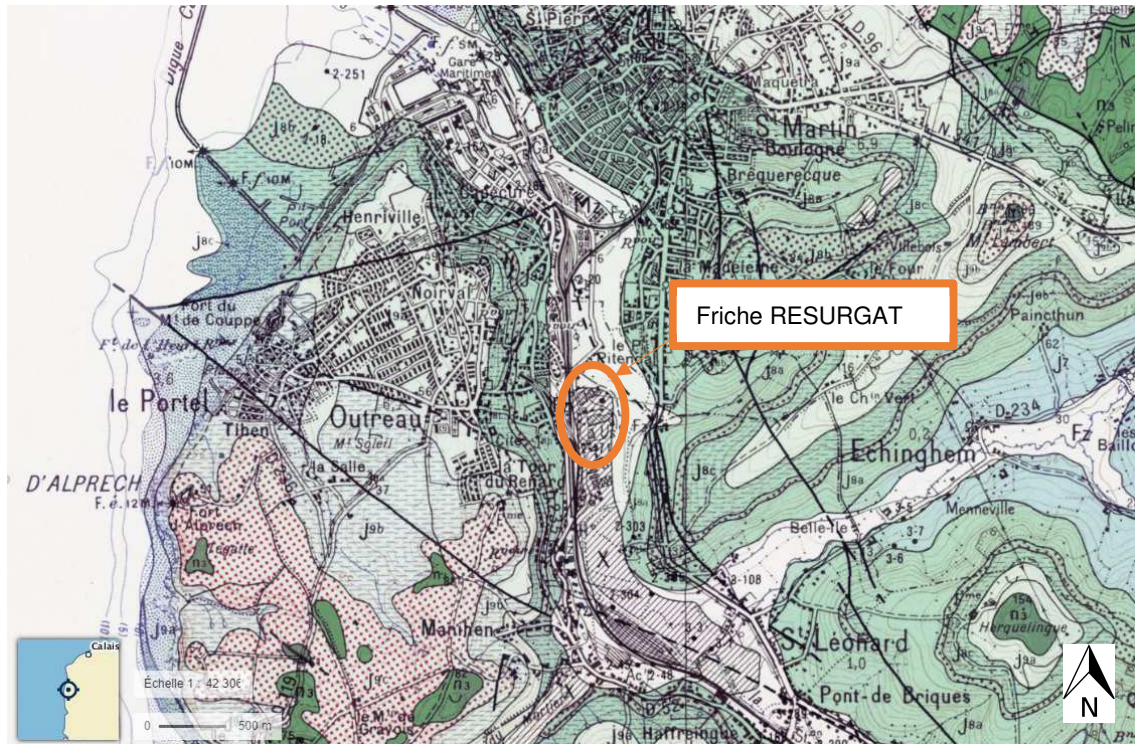
2.3 Contexte environnemental

2.3.1 Contexte géologique

2.3.1.1 Coupes lithologiques

D'après la carte géologique du BRGM de Boulogne-sur-Mer n°10 au 1/50 000ème, la coupe du sondage référencé 00102X0171/F de la banque de données BSS du BRGM repéré dans la zone d'étude, les études réalisées par FONDASOL et **Arcadis** dans le secteur étudié, les terrains au droit de la friche RESURGAT sont successivement constitués du haut vers le bas :

- par des remblais anthropiques sur une épaisseur de 1 à 3 m ;
- par un horizon limoneux ou argileux jusqu'à 2,5 à 4 m de profondeur, surmontant les alluvions de la Liane (Quaternaire), constituées essentiellement de sables et d'argiles d'origine marine, jusqu'à environ 17 m de profondeur,
- par des argiles grises bariolées de jaune clair et de bleu, alternant avec des bancs de calcaire durs (calcaire de Brequerecque et caillasse d'Hesdigneul - Secondaire) jusqu'à environ 30 m de profondeur ;
- au-delà, par les formations du Séquanien (Secondaire), étage complexe où les changements de faciès sont fréquents : calcaire oolithique évoluant à des oolithes mal cimentées ou noyées dans une marne blanc jaunâtre ; calcaires compacts évoluant vers des calcaires à lentilles de grès ou à des calcaires gréseux et même à des grès.



	Dépôts artificiels (anthropiques)		Potlandien inférieur, Grès de la Crèche
	Sables et graviers à Cardium edule (Flandrien)		Kimméridgien supérieur, Argiles feuilletées de Châtillon
	Alluvions récentes: sables et limons		Kimméridgien moyen, Sables et grès de Châtillon
	"Wealdien", Sables et argiles bariolées		Kimméridgien inférieur, Calcaires du Moulin-Wibert, Sables et grès de Conninchun, Marnes du Moulin-Wibert, Calcaires de Brequereque
	Portlandien supérieur, Sables et grès calcaireux		Oxfordien supérieur "Séquanien", Caillasses d'Hesdigneul et Grès de Wirignes, Oolithe d'Hesdin, Grès de Brunembert
	Portlandien moyen, Argiles à bancs calcaires		Oxfordien moyen "Rauracien", Argiles à Ostrea subdeltoidea, Calcaire de Bruquedael

2.3.1.2 Relevés de terrain

Les nombreuses investigations menées en 2021 et 2022 par Arcadis ont mis en évidence la présence, de haut en bas :

- **de remblais** rencontrés sur des épaisseurs très variables (à minima 0,4 / 0,6 m et dépassant fréquemment 2 m) et représentés majoritairement par sables graveleux / grave tout-venant / sables / limons sableux de teinte gris-brun / brunâtre à localement noirâtre, et pouvant contenir des cailloutis, petits débris de briques, débris de béton ou éléments divers (morceaux de plastiques, ferrailles, scories / mâchefers...) ;
- **du terrain naturel** représenté par des limons sableux / sables limoneux, pouvant évoluer latéralement et en profondeur en argile plus franche, de teinte gris-brun à brun-beige, voire grisâtre, et dont la base n'a pas été rencontrée à la profondeur maximale de foration (3 m).

Lors de nos interventions, des niveaux d'eau (niveaux non stabilisés) ont fréquemment été constatés à faible profondeur (de l'ordre du mètre).

2.3.1.3 Analyses granulométriques

Afin de caractériser la nature des terrains présents au droit du site, 2 analyses granulométriques ont été effectuées par Arcadis en février 2021 au droit de la zone qui accueillera le futur CIS, ainsi que 2 analyses granulométriques en 2022 sur le reste du site.

Les seuils de coupures des particules pour ces trois grands types de sols sont les suivants :

- < 2 µm : argiles
- De 2 à 63 µm : limons
- 63 µm : sables

Les analyses granulométriques réalisées ont été utilisées pour définir la nature des terrains en utilisant la classification triangulaire des sols fins, basée sur le pourcentage de sables, d'argiles et de limons dans les sols.

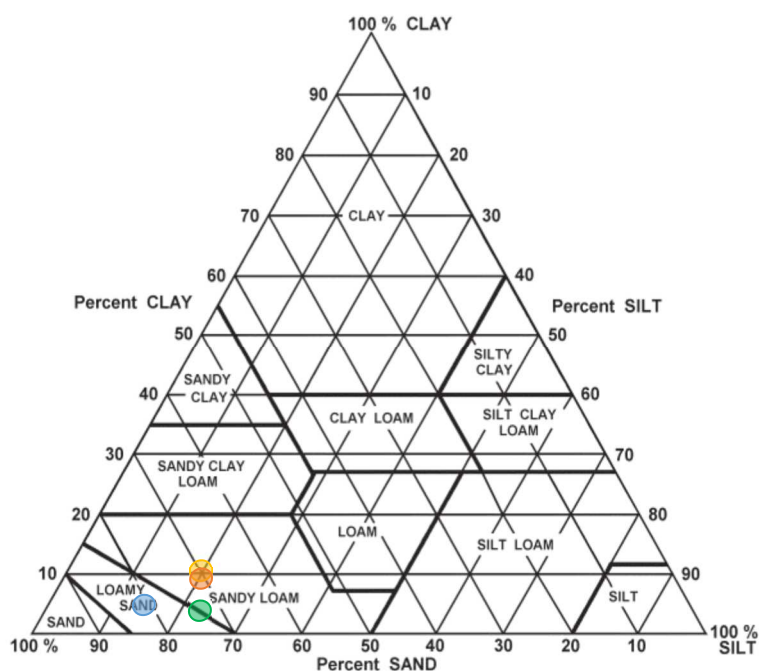


Figure 3 : Classification triangulaire des sols fins

Sondage		PzR1	PzR3	PzR5	PzR7
Description lithologique		Remblais	Remblais	Remblais	Remblais
Granulométrie	Unité				
Fraction < 2 µm	% MS	7,8	3,2	7,7	4,4
Fraction < 63 µm	% MS	24	22	25	16
Fraction < 2000 µm	% MS	79	83	86	84
% Argile (< 2 µm)		9,9	3,9	9	5,2
% Limons (2-63 µm)		20,5	22,7	20,1	13,8
% Sables (> 63 µm)		69,6	73,5	70,9	81
Nature des terrains		Sandy Loam	Sandy Loam/Loamy sand	Sandy Loam	Loamy sand

Tableau 1 : Caractéristiques granulométriques des sols prélevés au droit du site

Les remblais prélevés au droit de PzR1, PzR3, PzR5 et PzR7 sont donc considérés comme des limons sableux du point de vue granulométrique.

Ces granulométries sont cohérentes avec les observations faites sur le terrain et les coupes lithologiques réalisées au droit du site.

2.3.2 Contexte hydrogéologique

2.3.2.1 Aquifères et vulnérabilité

D'après les données collectées sur le site Infoterre du BRGM ainsi que dans les rapports d'étude d'**Arcadis** relatifs à la friche RESURGAT, les nappes attendues au droit du site sont les suivantes :

- la nappe des sables et graviers des formations quaternaires (nappe alluviale - première nappe rencontrée) ;
- la nappe du complexe formé par les calcaires de Brequerecque, caillasses de Hesdigneul, calcaires oolithiques fissurés de l'Oxfordien supérieur (nappe profonde).

L'écoulement de la nappe alluviale (première nappe rencontrée) est peu connu au droit du site. Il est supposé en relation avec le sens d'écoulement de la Liane, soit du sud / sud-ouest vers le nord / nord-est.

Nous noterons également que le fil d'eau de la Liane, qui borde la zone d'étude en partie est, n'est pas soumis aux fluctuations marines mais bien maintenu à une cote globalement fixe par le biais d'une écluse située au niveau du Bassin Napoléon.

La nappe alluviale est superficielle, attendue vers 2 m de profondeur, et constitue un réservoir de seconde importance et de faible puissance.

La **nappe alluviale**, compte tenu de sa faible profondeur et de l'absence de recouvrement imperméable, est très vulnérable et facilement contaminable face à une éventuelle contamination en provenance de la surface.

Cette nappe est **fortement vulnérable** vis-à-vis des activités pratiquées sur l'ancien site industriel étudié.

La **nappe sous-jacente** (nappe du complexe de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur) est quant à elle jugée **très peu vulnérable** à une pollution en provenance du site du fait de sa profondeur (estimée à plus de 30 m) et de la présence de surcroît au toit de cette formation d'une alternance de marnes et d'argiles formant des barrières semi-perméables face à une pollution potentielle en provenance du site étudié.

2.3.2.2 Usage des eaux souterraines

D'après les renseignements qui nous ont été fournis par l'Agence de l'Eau Artois - Picardie, il existe des captages en activité prélevant des eaux souterraines dans un rayon de cinq kilomètres autour du site étudié, les plus proches et les plus représentatifs étant les suivants :

↳ **AEP** (Type Potable à Usage Humain) :

- 0103X0308/F3, 0103X0310/PA1 et 0103X0002/F1 – Saint Léonard – entre environ 1 800 et 2 000 m au sud / sud-est (nappe des Calcaires du Boulonnais - amont hydraulique) ;

↳ **AEI** (Type Industriel à Usage Industriel) :

- 0102X0047/F2bis – Saint Etienne au Mont - environ 2 000 m au sud (nappe des Calcaires du Boulonnais - amont hydraulique) ;
- 0103X0006/F2 – Echingham - environ 2 500 m à l'est / sud-est (nappe des Calcaires du Boulonnais - amont hydraulique).

D'après les informations fournies par l'ARS Hauts-de-France (données de mars 2021), aucun périmètre de protection de captage AEP en activité n'est recensé sur la commune d'Outreau.

Le captage AEP le plus proche du site étudié est recensé à environ 1 800 m au sud / sud-est, c'est-à-dire en amont hydraulique. Ce captage est à usage sensible mais non vulnérable vis-à-vis du site étudié du fait de l'aquifère capté et de sa position hydraulique par rapport au site.

Enfin, la BSS (base de données du sous-sol du BRGM) ne recense aucun puits de particulier dans la zone d'étude. Toutefois, les données BSS ne sont pas exhaustives et des puits privés non répertoriés peuvent exister même si la nappe superficielle semble peu exploitée.

2.3.3 Contexte hydrologique et usage des eaux de surface

Le site étudié est repéré à seulement 50 m à l'ouest de la Liane, en rive gauche.

Ce cours d'eau est considéré comme **fortement vulnérable** vis-à-vis des impacts en provenance du site étudié, étant donné sa position hydraulique et sa proximité immédiate.

D'après les renseignements qui nous ont été fournis par l'Agence de l'Eau Artois - Picardie, il existe un captage en activité prélevant des eaux de surface dans un rayon de cinq kilomètres autour du site étudié. Il s'agit :

↳ **AEI** (Type Industriel à Usage Industriel) :

- Station de pompage d'Outreau Technologies (point de captage n°401471) - Outreau - environ 1 500 m au sud (en amont hydraulique du site étudié).

Ce captage à usage industriel est toutefois jugé non vulnérable à une pollution potentielle en provenance du site (amont hydraulique).

Il conviendra toutefois de noter que des activités récréatives (pêche - usage sensible) peuvent éventuellement être pratiquées au niveau de la Liane, en aval hydraulique du site.

2.3.4 Information sur les risques naturels et technologiques majeurs

Selon les informations recueillies auprès de la Préfecture du Pas-de-Calais, le territoire de la Commune d'Outreau est repéré dans le périmètre d'un PPRn (Périmètre de Prévention des Risques naturels prévisibles) pour :

- l'aléa « inondation par une crue » ;
- l'aléa « inondation par ruissellement et coulée de boue / par une crue à débordement lent du cours d'eau la Liane ».

En effet, un plan de prévention des risques naturels (PPRn) a été prescrit le 17 juillet 2019.

En revanche, les terrains étudiés ne sont pas concernés par un Périmètre de Prévention des Risques Technologiques (PPRT).

Par ailleurs, selon les informations recueillies auprès de la plate-forme GéoRisques, le site étudié :

- n'est pas concerné par le risque lié aux retrait-gonflement des argiles ;
- est concerné par le passage d'une canalisation de matières dangereuses (gaz naturel) à moins de 1 000 m ;
- n'est pas concerné par la présence d'une installation nucléaire dans un rayon de 10 km ;
- n'est pas concerné par le risque mouvement de terrain ;
- n'est pas concerné par le risque cavités souterraines.

Enfin, la Commune d'Outreau se situe en zone de sismicité classée faible.

2.3.5 Contexte écologique

Selon la base de données du BRGM, les terrains étudiés ne sont pas repérés dans une zone d'intérêt écologique particulier.

Cependant, il conviendra de noter que trois ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) sont signalées dans un rayon de 3 km autour du site étudié. Il s'agit :

- du complexe bocager du bas-boulonnais et de la Liane (ZNIEFF de type 2 - n° régional : 310007276) et la vallée de Saint-Martin Boulogne (ZNIEFF de type 1 - n° régional : 310030017), à environ 500 m à l'est du site ;
- des vallons d'Outreau et d'Equinghen-Plage (ZNIEFF de type 1 - n° régional : 310030023), à environ 1 500 m au sud-ouest du site.























2.4 Investigations réalisées au droit de la zone d'étude

Annexe 2 : Schéma d'implantation des sondages, piézomètres et piézajrs (toutes campagnes confondues)

2.4.1 Synthèse des données analytiques disponibles et travaux de réhabilitation réalisés

Annexe 3 : Synthèse des données disponibles sur les sols

Comme l'illustre le plan de synthèse en Annexe 2 et l'image ci-dessous, plusieurs séries d'investigations ont été menées sur la friche RESURGAT depuis 2010.

<u>Investigations 2021</u>		<u>Investigations 2022</u>	
 Fx	Sondages F1 à F20	 Fx	Fouilles complémentaires FC1 à FC32
 Tx	Sondages T1 à T6	 STx	Sondages ST1 à ST5
 SDISx	Sondages SDIS1 à SDIS11	 SDISx	Sondages SDIS complémentaires
 PZx	Piézomètres Pz1 à Pz4	 Nix	Sondages sur zones non investiguées Ni1 à Ni27
 PzRx	Piézairs PzR1 à PzR3	 PzRx	Piézairs PzR4 à PzR7
 Lx	Points à la Liane		Prélèvement en fond de fouille (réception Verdipole 2022)
			Prélèvements en flanc de fouille (réception Verdipole 2022)
<u>Investigations antérieures</u>			
 Fx	Fouilles (Arcadis 2017)		Sondages et piézomètres (Tauw 2010)
 Fx	Fouilles (Arcadis 2015)		Prélèvements en fond de fouille
 Tx	Sondages (Arcadis 2015)		Réception des fouilles des sources F1 et F2 (Arcadis 2017)
	Piézomètre Fondasol		Prélèvements en flanc de fouille
	Terrains contenant de l'amiante (secteurs non investigués par Arcadis)		Réception des fouilles des sources F1 et F2 (Arcadis 2017)
			Fouilles complémentaires réalisées par RENARD en avril 2017

2.4.1.1 Rapport TAUW de 2010

En janvier 2010, dans le cadre du projet de construction d'un stade de football envisagé au droit des terrains étudiés, quelques investigations de terrain et des analyses d'échantillons de sol ont été réalisées par le groupement TAUW France / Fondasol dans le cadre d'une étude géotechnique préliminaire à ce projet.

Les dix échantillons moyens (échantillon composite) représentatifs des remblais présents au droit des neuf sondages réalisés par Fondasol n'ont pas mis en évidence de concentration significative en ETM et hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] nécessitant la mise en place de mesures de gestion particulière dans le cadre du projet de construction du stade de football.

2.4.1.2 Rapport Arcadis d'octobre 2015

En septembre 2015, l'Etablissement Public Foncier (EPF) a confié à **Arcadis** la réalisation d'un diagnostic environnemental d'une partie des terrains étudiés, suite à l'étude historique de ces mêmes terrains réalisée quelques mois plus tôt.

Cette mission s'inscrivait dans le cadre de l'acquisition d'une partie des terrains de la SGF par l'EPF et intervenant pour le compte de la **Communauté d'Agglomération du Boulonnais (CAB)** qui souhaitait construire un stade d'intérêt communautaire sur l'ancienne zone industrielle.

Les analyses réalisées en laboratoire extérieur sur des échantillons de matériaux jugés représentatifs de l'état des terrains ont mis en évidence une contamination dans les secteurs suivants :

- sur la partie Nord du site (sondages F1 à F6 et F8) :
 - **zone des deux anciennes citernes aériennes de 50 000 litres et d'une cuve de 3 000 litres de mazout (sondage F1) :** une contamination en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] sur l'échantillon de remblais prélevé à 1,5 m de profondeur (mais concentration inférieure à 500 ppm retrouvée dans le terrain naturel à 2,5 m de profondeur) ;

- **zone de deux anciennes cuves aériennes de contenu inconnu** (sondage F2) : une contamination en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] et HAP dans le terrain naturel à 2 m de profondeur (contamination non retrouvée à 2,7 m) ;
- **au droit de l'ensemble des sondages** : des teneurs significatives en ETM (essentiellement en cuivre, mercure, plomb et en zinc) retrouvées dans les remblais composés en partie par des « scories / mâchefers » ;
- sur la partie Sud du site (sondages F9 à F14, T1 à T15, T7bis et T11bis) :
 - **zone de l'ancienne chaufferie** (sondages F11 et T14) : une contamination en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] et HAP dans les horizons de remblais (au moins 1,5 m) – pas d'échantillon analysé plus en profondeur ;
 - **zone de l'ancien réservoir d'hydrocarbures suspecté** (sondage T11bis) : une contamination en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] sur l'échantillon de remblais présent à 2,4 m de profondeur – pas d'échantillon analysé plus en profondeur ;
 - **zone de l'ancien stockage de bidons sur rétention** (sondage T15) : une contamination en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] et HAP sur le premier mètre de remblais – pas d'échantillon analysé plus en profondeur ;
 - **zone de l'ancienne rétention** (sondage T2) : des teneurs significatives en BTEX et hydrocarbures [C₁₀-C₄₀], bien que ne dépassant pas les critères ISDI sur le premier mètre de remblais ;
 - **au droit de la quasi-totalité des sondages** : des anomalies chimiques en ETM (essentiellement en cuivre, mercure, plomb et en zinc) observées dans les remblais en particulier dans les parties extérieures, le sondage F11 (tranche 0.0 – 1,0 m) étant le plus impacté. Nous noterons de plus au sein des remblais des anomalies notamment en mercure en F12 et dans une moindre mesure en plomb en F12, F13 et F14 et en zinc en T14.

Par ailleurs, il conviendra de noter que, suite aux tests d'acceptation en ISDI réalisés sur des échantillons moyens représentatifs des remblais présents au droit des terrains étudiés, ceux présents dans les secteurs suivants ne pourront pas être évacués en ISDI et devront faire l'objet d'une gestion spécifique :

- remblais au droit des anciens fours de cuisson du bâtiment sud (T6 + T8 + T10) ;
- remblais au droit de l'ancienne chaufferie (T14, F11) - intérieur bâtiment et extérieur ;
- remblais au droit de l'espace enherbé au sud (ancien dépôt de boues et de déchets de l'activité fonderie) : F12 ;
- remblais au droit de l'espace actuellement recouvert d'enrobé, au sud : F13 et F14 ;
- remblais présents au droit du quai du bâtiment nord (F5) et de la cour nord (F3).

Enfin, **Arcadis** rappelle que :

- les sondages F1 et F2 ont mis en évidence une pollution par hydrocarbures qui intéresse toute la partie ouest le long du bâtiment en forme de L en partie nord et qui pourrait également être retrouvée au droit de ce dernier ;
- le sondage T15 présent en bordure est du bâtiment ayant existé en partie sud a mis en évidence une contamination des remblais de surface par des HAP.

2.4.1.3 Rapport Arcadis d'avril 2017

Lors de la campagne de terrain menée par **Arcadis** en 2015, certains secteurs n'avaient pu être investigués. En effet, aucun sondage n'avait été exécuté au droit de l'ancien bâtiment « réfractaires » (noté par la suite bâtiment 124/125) en raison de la vétusté de la toiture, alors en cours d'effondrement.

Pour donner suite à la réception des travaux de désamiantage et du retrait de la toiture sur le bâtiment 124/125 réalisés entre 2016 et 2017, l'**EPF** avait alors pu missionner **Arcadis** pour la réalisation :

- des investigations de terrain préconisées au droit du bâtiment 124/125 conformément aux conclusions de l'étude historique ;
- de sondages de dimensionnement de la contamination en hydrocarbures mise en évidence au droit des sondages F1 et F2 lors du diagnostic de 2015 (fouilles en bordure extérieure Ouest du bâtiment 124/125).

A l'issue de cette campagne de 2017, les résultats d'analyse sur les sols ont mis en évidence au droit du bâtiment 124/125 :

- des teneurs en ETM dans les remblais, notamment en cuivre, plomb et zinc, légèrement supérieures aux valeurs de référence ;
- des traces d'hydrocarbures [C₅-C₁₀], de naphthalène et de BTEX (dont du benzène) dans les remblais, dont les concentrations maximales sont mesurées en MOY F22 (0.1-1.0 m) ;
- une contamination en **hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] au niveau du toit de la nappe superficielle au droit de F18 et F21.**

Par ailleurs, les résultats des tests d'acceptation en ISDI mettaient en évidence des matériaux globalement de nature non inerte (échantillons MOY F15, MOY F16, MOY F17, MOY F22 et MOY F23) du fait de dépassements des critères pour les paramètres fraction soluble et/ou sulfates sur lixiviat et/ou fluorures sur lixiviat (cinq échantillons moyens concernés sur six analysés).

Enfin, **Arcadis** attirait l'attention sur les points suivants :

- la contamination en **hydrocarbures [C₁₀-C₄₀]** observée en 2015 au droit de F1 (1,5 m de profondeur) a été retrouvée dans **les remblais de surface au droit des deux sondages de dimensionnement réalisés F1-1 et F1-2**, avec respectivement des teneurs de 6 810 et 3 510 mg/kg MS dans les échantillons prélevés à 0,6 / 0,7 m de profondeur ;
- la contamination en **hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] et HAP** observée en 2015 au droit de F2 (2,0 m de profondeur) a été retrouvée **au niveau du toit de la nappe au droit du sondage de dimensionnement F2-2**, avec une teneur de 1 520 mg/kg MS dans l'échantillon prélevé à 2,7 m de profondeur, la contamination apparaissant en revanche fortement atténuée au droit de F2-1.

Ces observations semblaient donc confirmer au droit de F1 l'impact des anciennes cuves aériennes de fuel sur le milieu souterrain. De plus, du fait des teneurs fortement atténuées au droit de F2-1, les teneurs en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] observées au droit de F1 et F2 semblaient provenir de sources de pollution différentes.

En cohérence avec la méthodologie en vigueur, **Arcadis** préconisait d'étudier **a minima le traitement** :

- **des sols impactés par des hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] au droit de F1, F1-1 et F1-2 ;**

- des sols saturés en eau et de la nappe superficielle impactée au droit de F18 et F21 ;
- des sols saturés en eau et de la nappe superficielle impactée au droit de F2 et F2-2.

2.4.1.4 Rapport Arcadis de juillet 2017

A la suite des diagnostics environnementaux présentés précédemment et des recommandations préconisées par **Arcadis**, l'Etablissement Public Foncier (EPF) a confié à **Arcadis** en mai 2017 le suivi d'excavations et la réalisation de prélèvements et analyses de réception de travaux de réhabilitation engagés sur une partie du site étudié.

La mission a été la suivante :

- assurer le suivi environnemental de l'excavation de deux zones de pollution concentrée de la partie nord du site définies ci-après (excavation à la charge de l'entreprise spécialisée RENARD), le tri puis l'orientation des terres polluées vers les filières adaptées :
 - zone nommée F1 : zone centrée autour de F1, F1-1 et F1-2, de 0,3 m de profondeur environ jusqu'à la nappe, présentant un impact en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] (emplacement de deux anciennes citernes aériennes de mazout) ;
 - zone nommée F2 : zone centrée autour de F2 et F2-2, entre 1,9 et 2,7 m de profondeur environ, présentant un impact en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] et HAP ;
- réaliser la réception de la qualité résiduelle des sols à la suite des travaux de réhabilitation.

Aucun objectif de dépollution n'avait été défini au préalable.

A l'issue des terrassements, des prélèvements d'échantillons de sols ont été réalisés par l'ingénieur **Arcadis** en fond et parois de chacune des deux fouilles ainsi constituées, les fouilles étant ensuite mise en sécurité par l'entreprise RENARD.

Après travaux, les deux fouilles constituées atteignaient finalement :

- **fouille de la zone F1** : fouille globalement composée de deux zones :
 - la partie sud, d'environ 1,6 m de profondeur, pour une emprise en surface approximative de 13 m x 8 m (talutage d'environ 1/3), soit un volume en place d'approximativement 150 m³ (dont environ 35 m³ correspondant aux premiers centimètres de remblais non impactés) ;
 - la partie nord, d'environ 1,2 à 1,3 m de profondeur, pour une emprise au sol approximative de 10 m x 11 m + 5,5 m x 6,5 m, soit un volume en place d'approximativement 165 m³ (dont environ 45 m³ correspondant aux premiers centimètres de remblais non impactés) ;
- **fouille de la zone F2** :
 - pré-terrassement préalable des terrains non impactés, réalisé sur environ 2,0 m de profondeur, pour une emprise en surface approximative de 25 m x 10 m (talutage d'environ 1/2), soit un volume en place d'approximativement 465 m³ ;
 - terrassements des terrains impactés réalisés entre environ 2,0 à 2,7 m de profondeur, pour une emprise en fond de fouille approximative de 24 m x 9 m, soit un volume en place d'approximativement 150 m³.

Le volume de terres excavées correspond donc au total à environ 930 m³ dont environ 385 m³ de terrains impactés, qui ont fait l'objet d'une évacuation en ISDND. D'après les informations fournies, il a été éliminé au cours de la mission un total de **624.08 tonnes de terres polluées** auprès de l'installation de stockage pour déchets non dangereux de BAUDELET à Blaringhem (62).

En parallèle, du fait de la teneur très élevée en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] relevée au droit de F21 (52 500 et 36 400 mg/kg MS respectivement à 2,4 m et 2,6 m de profondeur) lors du diagnostic complémentaire de mars 2017, l'EPF avait demandé :

- à l'entreprise RENARD de réaliser cinq fouilles à la pelle mécanique autour de ce point de sondage ;
- et à **Arcadis** d'effectuer des prélèvements d'échantillons de sols en vue d'analyses afin d'en apprécier l'extension latérale.

Finalement, à l'issue de ces campagnes de diagnostic menées par **Arcadis** et des travaux de réhabilitation (retrait des sources de pollution concentrée sur ces deux secteurs de la zone d'étude) qui ont été engagés par la suite par l'**EPF**, il apparaît que des secteurs présentent des teneurs résiduelles notables en hydrocarbures et/ou HAP et/ou éléments traces métalliques :

- échantillon F11 [tranche 0-1,1 m], avec 190 ppm en cyanures totaux, 1 020 ppm en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] et 240 ppm en HAP ;
- échantillon T14 [0,6-1,5 m] avec 70 ppm pour la somme des 16 HAP ;
- échantillon F12 [0-1,1 m] avec 1,95 ppm en mercure et 3 100 ppm en zinc ;
- secteur des points T4 à T8 et T10, avec des teneurs notables en éléments traces métalliques notamment en zinc (teneur maximale de 11 000 mg/kg MS) ;
- échantillon T15 [0-1,1 m] avec une teneur pour la somme des 16 HAP de 99 ppm ;
- secteurs des sondages F18, F21, F21-A, F21-B, F23, F2-1 et F1-2 avec des teneurs en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] significatives dans la zone de battement de la nappe (teneur maximale mesurée à 2,2 m de profondeur au droit de F21 avec 52 500 ppm) ; cette contamination a également été recoupée dans le piézomètre Pz2 voisin ;
- paroi Z1-PC de la fouille de dépollution des points F1 et F1-2 (paroi sud côté est) avec une teneur résiduelle de 710 ppm.

La contamination en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] au droit de F21 et dans une moindre mesure au droit du sondage F21-A semblait d'extension latérale limitée, et cantonnée à la zone de battement de la nappe des remblais (à environ 2,0 m de profondeur au droit du bâtiment fonderie). Les fortes concentrations mesurées au droit de F21 pouvaient donc dans ce contexte être liées à la présence ponctuelle de gouttelettes de fuel flottant sur cette nappe. Par ailleurs, aucune zone source de pollution dans les sols de la zone non saturée n'avait été mise en évidence au droit des sondages F21, F21-A à F21-E.

Suite à ce constat, l'EPF a décidé de laisser en place les terrains impactés par des hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] au droit des fouilles F21 et F21-A.

2.4.1.5 Rapport Arcadis d'avril 2021

Dans le cadre de l'usage envisagé sur la zone SDIS, la **CAB** a donc confié à **Arcadis** la réalisation des prestations globales suivantes :

- **mission INFOS (rapport FR0120-000829-DIA-10001-RPT-A01)** : réalisation d'une synthèse des études environnementales ;

- **mission DIAG** : réalisation d'investigations complémentaires sur le milieu « sol » au droit des futures noues et bassins du projet afin de définir les modalités de gestion des déblais engendrés par les travaux de terrassement (**rapport FR0120-000829-DIA-10004-RPT-A01**) ;
- **mission PG (rapport FR0120-000829-PG-10003-RPT-B01)** : réalisation d'un Plan de Gestion sur les terrains concernés par le projet de Centre de Secours et d'Incendies du SDIS.

Dans ce cadre des investigations de terrain ont été menées en mars 2021 au droit des futures noues et bassins par sondages et fouilles, prélèvements d'échantillons de sols, et analyses en laboratoire, comprenant :

- la **réalisation de vingt-six sondages d'échantillonnage de sols** (notés F1 à F20 et T1 à T6), exécutées au moyen d'une pelle mécanique sur chenilles ou à la sondeuse mécanique jusqu'à une profondeur de 2 ou 3 m de profondeur ou au refus ;
- la **constitution d'échantillons composites** (moyens) à partir d'échantillons unitaires représentatif de la tranche de sol destinée à être terrassée au droit des 26 sondages, à raison d'un échantillon représentatif par tranche de 1 m, soit [0-1 m] puis [1-2 m] sur chaque sondage (soit 52 échantillons moyens au total) ;
- **l'envoi en laboratoire d'échantillons de sol** pour caractérisation suivant test d'acceptation en installation de stockage pour déchets inertes (pack ISDI) tels que définis par l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 avec en sus de ce pack analytique sur brut, les paramètres hydrocarbures [C₅-C₁₀], COHV et 12 éléments traces métalliques.

- **Etat de pollution des sols au droit des futures noues**

Des irisations ont été relevées sur les eaux de la nappe superficielles lors de la foration du sondage F11.

Aucune autre odeur ou indice de contamination n'a été relevé sur les sols lors de la réalisation des vingt-cinq autres sondages. Cette absence d'odeur a été corroborée par des mesures au PID de composés organiques volatils qui ne mettent pas en évidence de mesures significatives (mesures inférieures à 1 ppm).

Les tests d'acceptation en ISDI réalisés ont mis en évidence que **29 échantillons moyens, sur les 52 échantillons analysés** représentatifs des matériaux présents au droit du site étudié, présentent des dépassements des critères d'acceptation de l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 :

- sur brut (24 échantillons) : pour les hydrocarbures [C₁₀-C₄₀], 16 HAP et/ou COT ; à noter que seuls 6 échantillons sont concernés par les dépassements en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] et/ou 16 HAP
- sur lixiviat (12 échantillons) : pour la fraction soluble, les sulfates, les fluorures et l'antimoine.

En outre, quelques sondages (F3, F6, F8, F9, F16, F19 et T4 à T6) mettent en évidence des teneurs en éléments traces métalliques élevées avec les teneurs maximales suivantes : 53 ppm en arsenic (en F3-B [1-2 m]), 320 ppm en cuivre (en MOY F9-A [0-1 m]), 0,81 ppm en mercure (en MOY T6-B [1-2 m]), **3 300 ppm en plomb** (en MOY F3-B [1-2 m]), **37 ppm en sélénium** (en MOY F17-A [0-1 m]) et **1 700 ppm en zinc** (en MOY T5-A [0-1 m]).

On note en revanche l'absence de COHV et d'hydrocarbures [C₅-C₁₀] sur les 52 échantillons moyens analysés.

Dans ce contexte, s'ils devaient être évacués, ces matériaux **devront faire l'objet d'une évacuation en filières spécifiques. Les matériaux excavés dans le cadre du projet pourraient être orientés vers plusieurs filières s'ils devaient être éliminés en centre extérieur.**

■ Comparaison aux résultats du diagnostic de 2015

Les résultats analytiques sont globalement cohérents avec ceux des campagnes antérieures, avec des anomalies portant principalement sur les paramètres éléments traces métalliques et/ou hydrocarbures [C10-C40] et/ou HAP et/ou antimoine, fraction soluble et/ou sulfates sur éluât.

L'anomalie sur la teneur en plomb sur éluât qui avait été relevée dans l'échantillon MOY F13 + F14 [0-0.8 m] en 2015 n'a pas été retrouvée lors de la présente campagne dans les sondages localisés à proximité (F12 et F14).

L'impact en hydrocarbures [C10-C40] et/ou HAP relevé en 2015 au droit des points F11 et T14 n'est pas retrouvé dans les points voisins F15 et T4. **Les terrassements dans ce secteur devront toutefois être réalisés avec précaution. Rappelons en outre que la présence d'amiante a été relevée par l'entreprise RENARD dans ce secteur lors des travaux de démolition menés pour l'EPF en 2016 / 2017 (secteur cartographié par leurs soins repris sur les schémas en annexe 10.**

L'anomalie en HAP qui avait été notée en MOY T15 [0-0.8 m] en 2015 est en revanche retrouvée en MOY F16-A confirmant **un impact en HAP dans le premier mètre dans ce secteur.**

■ Recommandations et éléments financiers

Les investigations réalisées au cours de cette étude ont mis en évidence des matériaux hétérogènes, que ce soit géologiquement ou chimiquement.

Par ailleurs, le maillage de sondages mis en place est relativement lâche (entre 30 et 80 m de distance en fonction des secteurs).

Par conséquent et dans l'optique de limiter les coûts liés à l'évacuation de terres non inertes, Arcadis a recommandé notamment :

- la réalisation de sondages complémentaires afin de disposer d'un maillage plus dense et de délimiter les secteurs où des matériaux non inertes ont été relevés ; à savoir les secteurs des points F3 / F7 / F8 – T1 – F11 – T5 – F15 / F16 / F17 et F19 / F20 / T6 et de revenir sur le secteur ayant présenté des irisations dans les eaux de nappe superficielle (sondage F11) ;
- d'étudier des possibilités de réutilisation des déblais sur le site;. Remarque : seule la possibilité de réutiliser les matériaux du point de vue de leur qualité environnementale sera étudiée, une validation géotechnique sera également nécessaire ;
- d'étudier la possibilité de séparer les fraction fines des fractions plus grossières des matériaux (débris béton, briques etc.) par criblage ;

A noter la présence d'amiante dans les sols en partie sud du site (secteur des sondages F5/F9/T4/F15/F16). Ces terrains devront faire l'objet d'une gestion spécifique.

2.4.1.6 Rapport Arcadis de mars 2022

Des travaux de désamiantage / démolition / retrait des sources de pollution concentrée sur deux secteurs de la zone d'étude ont été réalisés fin 2021 / début 2022 sous maîtrise d'ouvrage de l'EPF.

Les investigations environnementales de 2022 et localisées dans ces zones de travaux ont donc été réalisées en un second temps, après travaux EPF.

Une campagne d'investigations de terrain complémentaire a été menée en janvier / février 2022 au droit des futures noues et bassins par sondages et fouilles, prélèvements d'échantillons de sols, et analyses en laboratoire, comprenant :

- la **réalisation de trente-sept sondages d'échantillonnage de sols** (notés FC1 à FC32 et ST1 à ST5), exécutés au moyen d'une pelle mécanique sur pneus ou à la sondeuse mécanique jusqu'à une profondeur de 2 ou 3 m de profondeur ou au refus ;
- la **constitution d'échantillons composites** (moyens) à partir d'échantillons unitaires représentatifs de la tranche de sol destinée à être terrassée au droit des 37 sondages, à raison d'un échantillon représentatif par tranche de 1 m, soit [0-1 m] puis [1-2 m] sur chaque sondage (soit 60 échantillons moyens au total) ;
- l'**envoi en laboratoire d'échantillons de sol** pour caractérisation suivant test d'acceptation en installation de stockage pour déchets inertes (pack ISDI) tels que définis par l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 avec en sus de ce pack analytique sur brut le dosage des 12 éléments traces métalliques.

- **Etat de pollution des sols au droit des futures noues**

Des odeurs d'hydrocarbures et/ou HAP, parfois associées à des irisations, ont été relevées sur plusieurs sondages (points FC15, FC16, FC18, FC19, FC20, FC21, FC22, FC29 et FC31).

Ces observations n'ont toutefois pas été corroborées par les mesures au PID de composés organiques volatils qui ne mettent pas en évidence de mesures significatives (mesures inférieures à 1 ppm), à l'exception du sondage Ni16 qui a mis en évidence des valeurs pouvant atteindre 45 ppmV.

Les tests d'acceptation en ISDI réalisés ont mis en évidence que **sur les 60 échantillons analysés** représentatifs des matériaux présents au droit du site étudié :

- **28 échantillons** présentent des dépassements des critères d'acceptation de l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 sur brut : pour les hydrocarbures [C₁₀-C₄₀], 16 HAP, PCB et/ou COT ; à noter que seuls 11 échantillons sont concernés par les dépassements en hydrocarbures [C₁₀-C₄₀], PCB et/ou 16 HAP ;
- **21 échantillons** présentent des dépassements des critères d'acceptation de l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 sur lixiviat : pour la fraction soluble, les sulfates, les fluorures et les ETM (antimoine ou sélénium).

En outre, quelques sondages (FC3, FC5, FC14, FC16, FC17, FC21, FC25, FC26, FC29, FC30 et ST4) mettent en évidence des teneurs en éléments traces métalliques élevées avec les teneurs maximales suivantes : 480 ppm en cuivre (en FC3-A [0-1 m]), **2,5 ppm en mercure** (en FC29-B [1-2 m]), **1 100 ppm en plomb** (en FC21-A [0-1 m]), **17 ppm en sélénium** (en FC17-A [0-1 m]) et **3 100 ppm en zinc** (en FC25-A [0-1 m]). Une teneur notable de 17 ppm en cyanures totaux est également relevée sur 1 échantillon (FC3-B).

Dans ce contexte, s'ils devaient être évacués, ces matériaux **devront faire l'objet d'une évacuation en filières spécifiques**. Les matériaux excavés dans le cadre du projet pourraient être orientés vers plusieurs filières s'ils devaient être éliminés en centre extérieur.

- **Recommandations et éléments financiers**

Les investigations réalisées au cours de l'étude ont mis en évidence des matériaux hétérogènes, que ce soit géologiquement ou chimiquement.

Par conséquent et dans l'optique de limiter les coûts liés à l'évacuation de terres non inertes, **Arcadis a** recommandé notamment :

- d'étudier les possibilités de réutilisation des déblais sur le site. Remarque : seule la possibilité de réutiliser les matériaux du point de vue de leur qualité environnementale sera étudiée, une validation géotechnique sera également nécessaire ;
- d'étudier la possibilité de séparer les fraction fines des fractions plus grossières des matériaux (débris béton, briques etc.) par criblage ;

Arcadis a rappelé qu'il faudra également tenir compte de la présence d'amiante dans les sols en partie sud du site (secteur des sondages F5/F9/T4/F15/F16 - campagne Arcadis de 2021). Ces terrains devront faire l'objet d'une gestion spécifique.

2.4.2 Données disponibles sur les eaux souterraines

Annexe 4 : Synthèse des données disponibles sur les eaux souterraines

2.4.2.1 Historique des campagnes d'investigations sur les eaux

En ce qui concerne le réseau de piézomètres, 4 ouvrages ont été implantés comme suit :

- afin de disposer d'un ouvrage en amont hydraulique de la zone RESURGAT, le piézomètre Pz1 a été positionné en extrémité sud de la zone ;
- afin de disposer d'un ouvrage intermédiaire, l'ouvrage Pz2 a été positionné de manière à être en aval hydraulique du lot « SDIS » et en amont hydraulique de l'ancienne zone dépolluée en 2017 du sondage F1 (**Arcadis** 2015).
- afin de disposer de deux ouvrages en aval hydraulique de la zone RESURGAT, les ouvrages Pz3 et Pz4 ont été positionnés en bordure nord de la zone d'étude, dont l'un (Pz4) positionné de surcroît à proximité de la Liane.

La campagne de pose des quatre piézomètres (notés Pz1 à Pz4) a eu lieu les 23 et 24 février 2021 au moyen d'une sondeuse mécanique montée sur chenilles.

Les ouvrages ont été posés dans des forations exécutées à la tarière de diamètre 150 mm avec mise en place d'un tubage à l'avancement (foration à sec) après réalésage des sondages éponymes pour 2 d'entre eux.

Les piézomètres, profonds d'environ 6,5 à 7 m, sont constitués de tubes PEHD Ø 64/75 mm vissés, crépinés dans la nappe, et munis d'un bouchon de fond et de tête. La partie crépinée (ouverture de 1,0 mm) est protégée par un massif filtrant en graviers siliceux 2,0/4,0 mm, surmonté d'un bouchon étanche d'argile ciment. L'espace annulaire entre le terrain et le tube lisse a ensuite été comblé au coulis de béton. Ces ouvrages ont été protégés en tête par un capot métallique cadénassé scellé dans un regard en béton.

Les ouvrages ont été nettoyés par pompage à l'issue de leur réalisation.

Les coupes techniques de ces piézomètres sont fournies dans le rapport FR0120-000829-PG-10003-A01.

Deux campagnes de prélèvements des eaux souterraines ont été réalisées : d'abord le 9 mars 2021 puis le 19 janvier 2022.

Les modalités de réalisation de ces campagnes de prélèvements, ainsi que la description des analyses réalisées sont présentées dans les rapports de présentation des résultats de ces campagnes (rapports FR0120-000829-PG-10003-A01 et FR0120-000829-DIA-10004-RPT-A01)

2.4.2.2 Caractéristiques hydrogéologiques des terrains

Les mesures piézométriques, relevées le 19 janvier 2022 dans les quatre ouvrages posés par **Arcadis** (points notés Pz1 à Pz4), ainsi qu'au niveau d'un ancien piézomètre (noté Pz Fondasol) et d'un point caractéristique sur La Liane, indiquent que la nappe superficielle (première nappe rencontrée) s'établissait à cette date entre 1,13 et 3,17 m de profondeur, c'est-à-dire entre les cotes + 3,254 et + 4,251 m NGF.

Cette campagne de mesures met ainsi en évidence un sens d'écoulement de la nappe superficielle qui semble globalement orienté du sud-ouest vers le nord-est.

Suivant cette configuration :

- le piézomètre Pz1 est repéré en amont hydraulique de la friche RESURGAT ;
- le piézomètre Pz2 est repéré en aval hydraulique de la partie nord des terrains du lot « SDIS » et en amont hydraulique de la moitié nord de la friche RESURGAT ;
- les piézomètres Pz3 et Pz4 sont repérés à l'aval hydraulique de la friche RESURGAT.

Lors de notre intervention, les eaux de la nappe superficielle semblent être drainées par le cours d'eau la Liane, dont le fil d'eau était calé vers 2,90 NGF à cette période.

2.4.2.3 Synthèse des résultats sur les eaux

Une synthèse des résultats disponibles sur les eaux souterraines est disponible en Annexe 4.

Les résultats d'analyses ont été comparés aux valeurs (lorsqu'elles existent) issues de l'*Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine*.

- **Eléments traces métalliques :**

Les teneurs relevées pour les huit éléments traces métalliques recherchés sont pour la plupart inférieures aux limites de quantification ou faibles.

A noter toutefois des teneurs en zinc de 1 000 et 1 700 µg/L relevée au droit de Pz1 (amont hydraulique).

- **Hydrocarbures :**

Les concentrations en hydrocarbures [C₅-C₁₀] relevées sur les quatre piézomètres audités sont toutes inférieures aux limites de quantification.

Il en est de même en ce qui concerne les teneurs pour la somme des hydrocarbures [C₁₀-C₄₀] relevées sur ces quatre ouvrages (uniquement traces de HC C₂₀-C₃₀ en PZ1 et PZ3).

- **HAP :**

Les teneurs relevées en HAP sur les ouvrages Pz1 (amont hydraulique), Pz3 et Pz4 (aval hydraulique) sont toutes inférieures aux limites de quantification respectives ou faibles.

Toutefois, un dépassement de la valeur limite de potabilité des eaux pour le benzo-a-pyrène (valeur fixée à 0,01 µg/L) et pour la somme des 4 HAP (valeur fixée à 0,1 µg/L) est observé sur l'ouvrage Pz2 avec des teneurs respectives de 0,084 et 0,229 µg/L.

Pour rappel, l'ouvrage Pz2 avait mis en évidence une contamination en hydrocarbures dans les sols.

- **BTEX et COHV :**

Les teneurs relevées en BTEX et COHV sur les quatre ouvrages audités sont toutes inférieures aux limites de quantification respectives.

- **PCB :**

Les teneurs relevées en PCB sur les quatre ouvrages audités sont toutes inférieures aux limites de quantification respectives.

Ainsi, en l'état actuel des données, en dehors de la présence de zinc en amont du site aucun impact significatif sur les eaux souterraines n'est mis en évidence sur le site RESURGAT.

2.4.3 Données disponibles sur les gaz du sol

Annexe 5 : Synthèse des données disponibles sur les gaz du sol

2.4.3.1 Historique des campagnes d'investigations sur les gaz du sol

Dans un premier temps, 3 piézairs notés PzR1 à PzR3 ont été implantés afin de couvrir le lot « SDIS » dans son intégralité.

La campagne de pose des piézairs (piézomètres gaz) a eu lieu le 22 février 2021.

Les trois piézairs (ouvrages notés PzR1 à PzR3) ont été réalisés au moyen d'une sondeuse mécanique équipée d'une tarière hélicoïdale de diamètre 63 mm (foration à sec). La profondeur atteinte est de 1,0 m.

Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la foration des ouvrages.

Dans un second temps, 4 ouvrages complémentaires (ouvrages notés PzR4 à PzR7) ont été implantés sur le reste de la friche. La campagne de pose de ces piézairs complémentaires a eu lieu le 24 janvier 2022.

Ces quatre piézairs ont été réalisés au moyen d'une sondeuse mécanique équipée d'une tarière hélicoïdale de diamètre 63 mm (foration à sec). La profondeur atteinte est de 1,0 m.

Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la foration des ouvrages, excepté au niveau de l'ouvrage PzR5 à la base de la foration.

Les forages ont été équipés en « piézair » avec des tubes PEHD de diamètre 25/33 mm, vissés (aucun usage de colle), plein en tête et crépiné (crépine 0,5 mm) en partie inférieure. La partie crépinée a été protégée par un massif filtrant en graviers siliceux roulés de granulométrie 1,0/2,5 mm, surmontée d'un bouchon étanche en pellet d'argile. L'espace annulaire entre le terrain et le tube lisse a ensuite été comblé au coulis d'argile-ciment. L'eau utilisée a été de type potable.

Conformément aux Règles de l'Art, ces « piézairs » ont été protégés en tête par un bouchon de protection en plastique de façon à empêcher la mise en communication de l'air de l'ouvrage avec le milieu extérieur, puis par une bouche à clef.

Les coupes techniques de ces piézais sont fournies dans les rapports FR0120-000829-PG-10003-A01 et FR0120-000829-DIA-10004-RPT-A01.

Deux campagnes de prélèvements des gaz du sol ont été réalisées : d'abord le 9 mars 2021 (Pzr1 à Pzr3) puis le 9 février 2022 (Pzr1 à Pzr7).

Les modalités de réalisation de ces campagnes de prélèvements, ainsi que la description des analyses réalisées sont présentées dans les rapports de présentation des résultats de ces campagnes.

2.4.3.2 Synthèse des résultats sur les gaz du sol

▪ **Hydrocarbures :**

Les hydrocarbures C5-C16 ne sont pas détectés sur les ouvrages PzR5 à PzR7 (une seule campagne de prélèvements en février 2022, teneurs inférieures à la limite de quantification du laboratoire).

Ces composés sont détectés à l'état de traces sur les ouvrages PzR1 à PzR4 (somme des HC C₅-C₁₆ comprise entre 4 et 16 µg/m³ selon les ouvrages et les campagnes de prélèvements).

▪ **BTEXN :**

Les BTEX ne sont pas détectés sur les ouvrages PzR5 à PzR7 (une seule campagne de prélèvements en février 2022, teneurs inférieures à la limite de quantification du laboratoire).

Ces composés sont détectés à l'état de traces sur les ouvrages PzR1 à PzR4 (somme des BTEXN comprise entre 6 et 28 µg/m³ selon les ouvrages et les campagnes de prélèvements).

Le naphtalène n'est détecté sur aucun ouvrage (teneurs inférieures à la limite de quantification du laboratoire).

▪ **COHV :**

Parmi les 13 composés recherchés, seuls le dichlorométhane (7 µg/m³ en PzR7 en février 2022) et le 1,1,1 trichloroéthane (7 µg/m³ en Pzr1 en mars 2021 et 16 µg/m³ en PzR2 en février 2022) présentent des teneurs supérieures à la limite de quantification du laboratoire, à l'état de traces.

Ainsi, en l'état actuel des données, aucun impact significatif des gaz du sol n'est mis en évidence sur le site RESURGAT.

3 DEFINITION DU SCHEMA CONCEPTUEL

3.1 Projet d'aménagement de la zone d'étude

Annexe 6 : Schéma conceptuel

Pour rappel, tel qu'il nous l'a été présenté, le projet global au droit de la friche RESURGAT consiste :

- en l'aménagement de quatre grands lots séparés par deux axes de voiries (scénario 1) ou d'un découpage de lots de plus petite dimension, avec trois voiries principales de desserte (scénario 2) ;
- en partie nord et sud, à l'aménagement de noues / bassins, probables zones tampons voire d'infiltration des eaux pluviales ;

Les lots seront à usage tertiaire.

La **CAB** sera maître d'ouvrage des travaux d'aménagement. Les îlots seront ensuite cédés à des promoteurs, dont le Département pour la construction d'un Centre d'Incendie et de Secours (usuellement dénommé CIS).

A ce stade des études, aucun plan d'aménagement n'est fixé pour le moment.

Compte tenu de la présence quasi affleurante de la nappe d'eau souterraine, il sera considéré que les bâtiments à usage tertiaire seront construits sans niveau de sous-sol (configuration la plus pénalisante pour les expositions).

Par principe de précaution, les calculs de transfert et d'exposition seront réalisés dans l'aménagement le plus propice à l'accumulation de gaz, soit une pièce de petite taille (15 m²). Les conclusions émises pour cet aménagement permettront ainsi de statuer pour tout aménagement de taille supérieure (hangar, bureaux non cloisonnés...).

3.2 Scénarios étudiés

Conformément au projet d'aménagement, le scénario retenu est un **scénario tertiaire avec présence de bureaux en RDC d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol**, avec espaces verts en extérieur, et accueil possible de public.

Pour rappel, le projet d'aménagement du CIS (SDIS) a fait l'objet d'un rapport de plan de gestion autoporteur (rapport FR0120-000829-PG-10003-RPT-B01).

3.3 Sources de pollutions

Les sources de pollution sont constituées :

- des **sols** contenant des hydrocarbures C₆-C₄₀, des ETM, des HAP, des BTEX, des PCB en phase adsorbée, ainsi que des traces d'hydrocarbures, BTEX et COHV en phase gazeuse.
- des **eaux souterraines** contenant des traces de nickel, du zinc, et des traces de HCT et de HAP en phase dissoute.

3.4 Voies de transferts et milieux d'exposition

Au regard des données disponibles, les **sols** et l'**air intérieur** constituent les milieux d'exposition.

L'air intérieur est potentiellement impacté par le dégazage des composés volatils présents dans les sols et les eaux souterraines.

Ce dégazage peut être appréhendé via les données **gaz du sol** ; ce milieu constitue un milieu intérateur du dégazage des sols et des eaux souterraines.

3.5 Cibles potentielles

Les cibles prises en compte dans la présente étude sont **les employés** qui exerceront leur activité professionnelle sur le site.

Ces cibles correspondent aux usagers futurs les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires, puisqu'elles correspondent à un employé travaillant quotidiennement en rez-de-chaussée des futurs locaux. Les calculs de risques couvrent donc les autres cibles qui pourraient être présentes sur le site, mais de façon moins exposée, que ce soit en raison de leur localisation en étages dans les bâtiments, ou du fait d'une fréquence et d'une durée d'exposition moindres (visiteurs, promeneurs...).

A noter que l'exposition du public (adultes et enfants) potentiellement accueilli ponctuellement sur site sera également étudié.

3.6 Voies d'exposition potentielles

3.6.1 Voies d'exposition retenues

Les voies d'exposition retenues pour l'étude sont les suivantes :

- Ingestion de sols et de poussières ;
- Inhalation à l'intérieur de bâtiments de vapeurs provenant du dégazage des sols ;
- Inhalation à l'intérieur de bâtiments de vapeurs provenant du dégazage des eaux de la nappe phréatique

3.6.2 Voies d'exposition non retenues

Compte-tenu de l'usage futur du site, la présence de jardins potagers est exclue, et les voies d'exposition associées (ingestion de légumes et de viandes auto-produits sur le site) ne sont donc pas retenues.

Aucun usage des eaux souterraines n'est répertorié ou prévu au droit du site, les risques liés au contact direct avec ce milieu (ingestion et contact cutané) ne sont donc pas étudiés.

Dans les bâtiments récents, les canalisations d'amenée d'eau potable sont généralement placées au sein de matériau d'apport propre de type sablon afin de conserver l'intégrité de la canalisation et d'éviter le poinçonnement de celle-ci par des cailloux. N'étant pas en contact direct avec les terrains pollués, il est fait l'hypothèse qu'aucun transfert de substances à travers les canalisations n'est possible.

L'inhalation de polluants fixés dans les poussières est prise en compte dans l'ingestion de sol et de poussières contaminées.

L'inhalation de polluants fixés sur les poussières de sol les plus fines (poussières inhalables) ne fera pas l'objet d'une étude spécifique. Il est fait l'hypothèse que cette fraction est réduite au regard des quantités de poussières ingérées.

L'inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols et des eaux souterraines à l'extérieur n'a pas été prise en compte, cette voie d'exposition étant très minorante par rapport à l'exposition en intérieur, du fait des phénomènes de dilution dans l'air ambiant et d'accumulation dans les bâtiments.

D'après la note DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est dit qu'en l'absence à ce jour de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, il ne peut pas être envisagé une transposition pour cette voie à partir de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire. En l'absence de VTR, la voie d'exposition « contact cutané » n'a pas été retenue.

4 STRATEGIE D'ETUDE

L'étude est basée sur les recommandations de la méthodologie nationale en vigueur relative aux « modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » qui s'applique aux « **sols pollués, que les pollutions soient d'origine naturelle ou anthropique et qu'elles dépendent ou non de la police administrative des installations classées** ».

Sur cette base, il apparaît nécessaire :

- de **définir les zones sources de pollution** : une zone source peut être définie comme un volume de sol limité qui présente, suite à une pollution anthropique, des substances ou des composés organiques ou inorganiques dont le potentiel de migration est élevé via les eaux (souterraines ou superficielles) ou via les gaz (gaz du sol ou air atmosphérique) et qui est susceptible de nuire à la santé humaine ou à la protection de l'environnement.
- de **maîtriser les pollutions concentrées identifiées sur la zone d'étude** : avant toute considération sanitaire, il convient en effet de procéder au traitement des pollutions concentrées repérées sur la zone d'étude ; sous réserve que ce traitement soit technico/économiquement possible.
- de **maîtriser les impacts sanitaires des pollutions repérées sur le site** :
 - après retrait des zones sources, il convient de statuer sur l'impact sanitaire résiduel du sous-sol attendu compte tenu de l'aménagement du site envisagé par la réalisation d'une **Analyse des Risques Résiduels prédictive** ;
 - si aucune source de pollution concentrée nécessitant d'emblée un traitement n'a été mise en évidence, une **Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires** peut être réalisée, pour s'assurer que les composés d'origine anthropique identifiés dans les sols et les eaux souterraines au droit de la zone étudiée sont compatibles avec le projet d'aménagement envisagé ;
 - si diverses sources de pollution concentrées sont mises en évidence, il est possible de réaliser une **Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires** pour hiérarchiser les actions à mener (travaux de dépollution) dans le cadre de la maîtrise des impacts sanitaires.
- de **maîtriser les impacts environnementaux résiduels après traitement des pollutions concentrées** par, notamment, la mise en place d'un suivi environnemental adapté si nécessaire et/ou la mise en œuvre de restrictions d'usage ou permettant le maintien de la mémoire de l'état des sols.

5 DEFINITION ET CARACTERISATION DES ZONES SOURCES

5.1 Préambule

La méthodologie régissant la gestion des sites et sol pollués en France, révisée en avril 2017, indique qu'en cas de découverte de pollutions concentrées, la priorité consiste d'abord à déterminer les modalités de suppression des pollutions concentrées, et non pas à engager des études pour justifier leur maintien en place. Conformément à ces préconisations, **la faisabilité et les conditions technico-économiques du traitement des pollutions concentrées doivent être étudiées**, au-delà des seuls enjeux sanitaires potentiels, c'est-à-dire en dehors de tout aspect relatif à la compatibilité sanitaire du site avec les usages envisagés. La maîtrise des risques sanitaires est quant à elle étudiée en chapitre 6 en page 64.

Une pollution concentrée peut être définie comme un volume de sol limité qui présente, suite à une pollution anthropique, des substances ou des composés organiques ou inorganiques dont le potentiel de migration est élevé via les eaux (souterraines ou superficielles) ou via les gaz (gaz du sol ou air atmosphérique) et qui est susceptible de nuire à la santé humaine ou à la protection de l'environnement.

La méthode suivie par Arcadis pour définir les zones sources est issue du guide de l'UPDS « Groupe de travail : définition des pollutions concentrées » en date de décembre 2014, mis à jour en avril 2016.

Sur la base des données disponibles à date, en dehors de la présence de zinc en amont hydraulique du site, aucune pollution n'a été mise en évidence dans les eaux souterraines et les gaz du sol. Ces milieux ne sont donc pas traités dans le présent chapitre.

En ce qui concerne le milieu sol, afin de caractériser les pollutions concentrées, Arcadis propose de définir des seuils de coupure, qui sont les concentrations dans les sols à partir desquelles et au-dessus desquelles les sols concernés sont considérés comme devant être traités ou évacués.

Ces seuils de coupures théoriques peuvent être utilisés comme base des estimations technico-économiques.

Ces seuils peuvent être définis *via* une analyse statistique simple (analyse en nuage de points, ou encore analyse des fréquences) ou une analyse cartographique (cartes d'isoconcentrations). Dans le cas présent, au stade du présent plan de gestion préliminaire, et au regard des impacts en présence (composés et niveaux de concentrations), Arcadis a déterminé les seuils de coupure sur la base d'une analyse statistique simple.

NB : Il s'agit en effet d'identifier les pollutions les plus importantes qui nécessiteront d'être traitées et seront soumises vraisemblablement à un dimensionnement complémentaire. A l'issue des futures investigations de dimensionnement, un travail de cartographie et de bilan massique pourra être proposé dans la version définitive du plan de gestion.

Le bilan coûts/avantages (BCA) associé au traitement de ces impacts est présenté en chapitre 7 en page 73.

5.2 Choix des composés concernés

Pour rappel, la présente étude concerne les terrains de la friche RESURGAT amenés à être réaménagés par la CAB.

Au regard des gammes de concentrations mesurées dans les sols de la zone d'étude, les BTEX, les COHV et les PCB ne sont pas concernés par la définition de pollutions concentrées (teneurs faibles - voire inférieures aux limites de quantification du laboratoire pour certains composés).

Notre analyse se focalisera donc sur les **hydrocarbures C₁₀-C₄₀, les HAP et les ETM**.

5.3 Cas des hydrocarbures

Des représentations graphiques des teneurs en hydrocarbures C₁₀-C₄₀) sont présentées sur les figures suivantes.

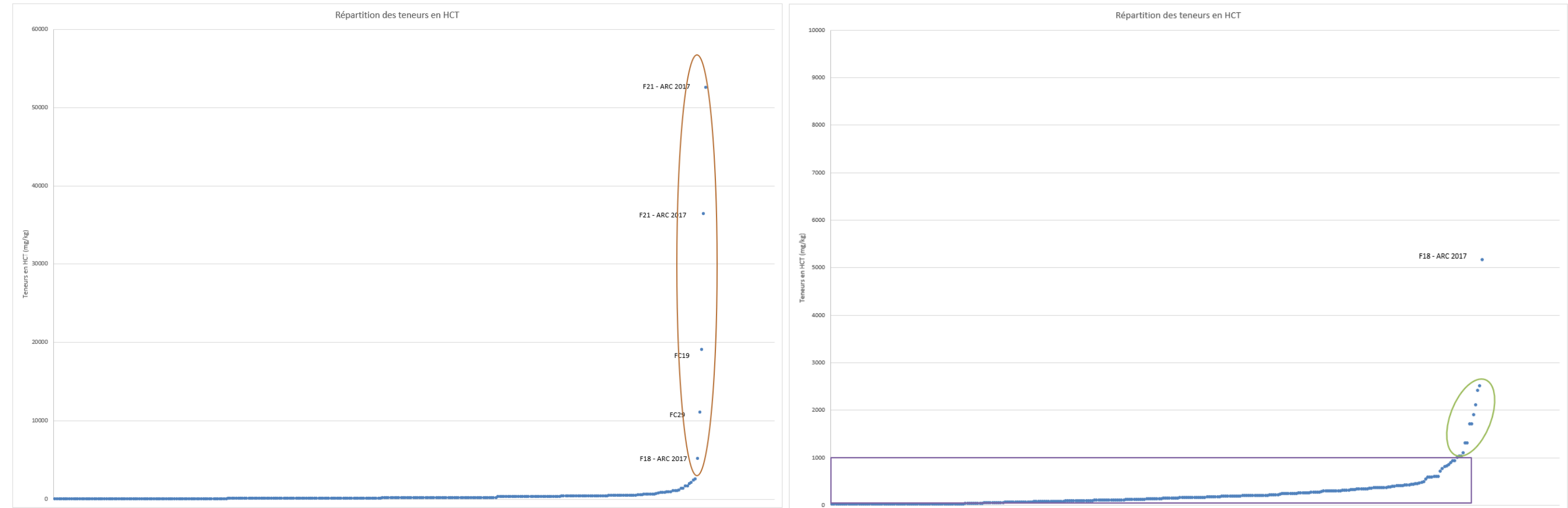


Figure 4 : Répartition des teneurs classées en HC C10-C40 dans les sols (toutes concentrations confondues à gauche, et zoom sur les concentrations < 10 000 mg/kg à droite)

Ce graphique fait apparaitre très clairement la présence de différentes gammes de concentrations :

- 5 concentrations « **anomaliques** » entre 5 160 et 52 500 mg/kg au droit des sondages suivants (sondages encadrés en orange sur les graphiques précédents)
- 12 concentrations **dispersées** entre 1 000 et 2 500 mg/kg (sondages encadrés en vert sur les graphiques précédents)

Sondages	Teneurs en HCT (mg/kg)
F18 - ARC 2017	5160
FC29	11 000
FC19	19 000
F21 - ARC 2017	36400
F21 - ARC 2017	52500

Sondages	Teneurs en HCT (mg/kg)
MOY FC24-A	1 000
F11 - ARC 2015	1020
T2 - ARC 2015	1020
MOY FC31-B	1 100
Ni21	1 300
Pz2	1300

Sondages	Teneurs en HCT (mg/kg)
F19 - NOUE	1700
SDIS 9	1700
FC20	1 900
Ni13	2 100
F21-A	2400
MOY FC15-A	2 500

- Le **reste des teneurs mesurées** (en violet sur les graphiques précédents), qui présente une bonne continuité dans les valeurs, est assimilée à un **bruit de fond** diffus probablement anthropique, avec des teneurs

comprises entre la limite de quantification du laboratoire et 1 000 mg/kg.

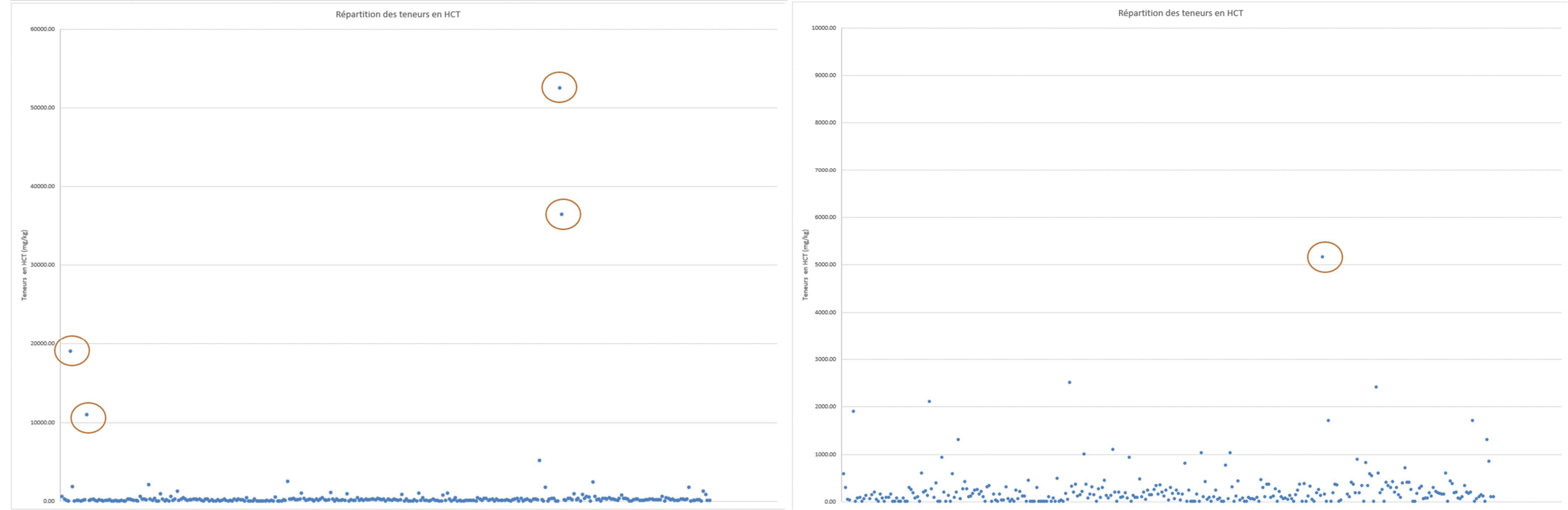


Figure 5 : Répartition des teneurs non-classées en HC C10-C40 dans les sols (toutes concentrations confondues à gauche, et zoom sur les concentrations < 10 000 mg/kg à droite)

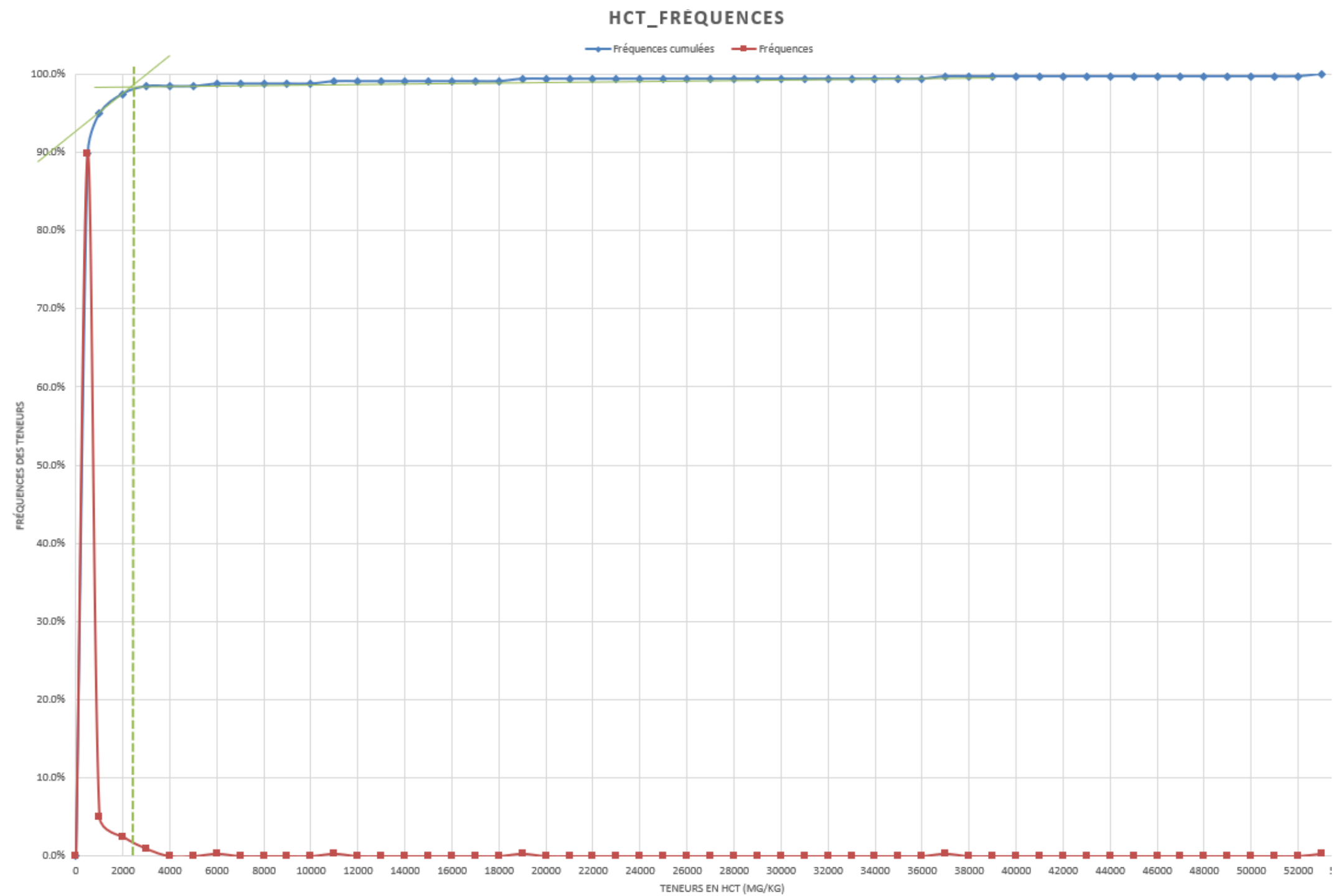


Figure 6 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en HCT

La Figure 6 de représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs en HCT fait apparaître un premier pic de concentrations entre 0 et 1000 mg/kg (fréquences relatives), ce qui est cohérent avec le bruit de fond vraisemblablement anthropique mentionné précédemment.

La courbe des fréquences cumulées fait apparaître par ailleurs une rupture de pente vers 2 500 mg/kg, ce qui est cohérent avec les valeurs anomaliques observées à partir de cette concentration (cf Figure 4).

Sur la base des données disponibles à l'heure actuelle (il n'est pas exclu que des teneurs plus importantes soient mises en évidence au droit du site sur des zones peu investiguées comme la zone amiantée), un seuil de coupure de 2 500 mg/kg est proposé pour guider les travaux de réhabilitation.

La valeur de 1 000 mg/kg n'est pas retenue comme seuil de coupure potentiel car elle individualise une population de valeurs relativement nombreuses, et jugée trop basse, par retour d'expérience, au regard des concentrations en présence et des travaux de réhabilitation déjà réalisés sur le site, qui ont déjà permis d'éliminer des pollutions concentrées en hydrocarbures.

5.4 Cas des HAP

Des représentations graphiques des teneurs en 16 HAP sont présentées sur les figures suivantes.

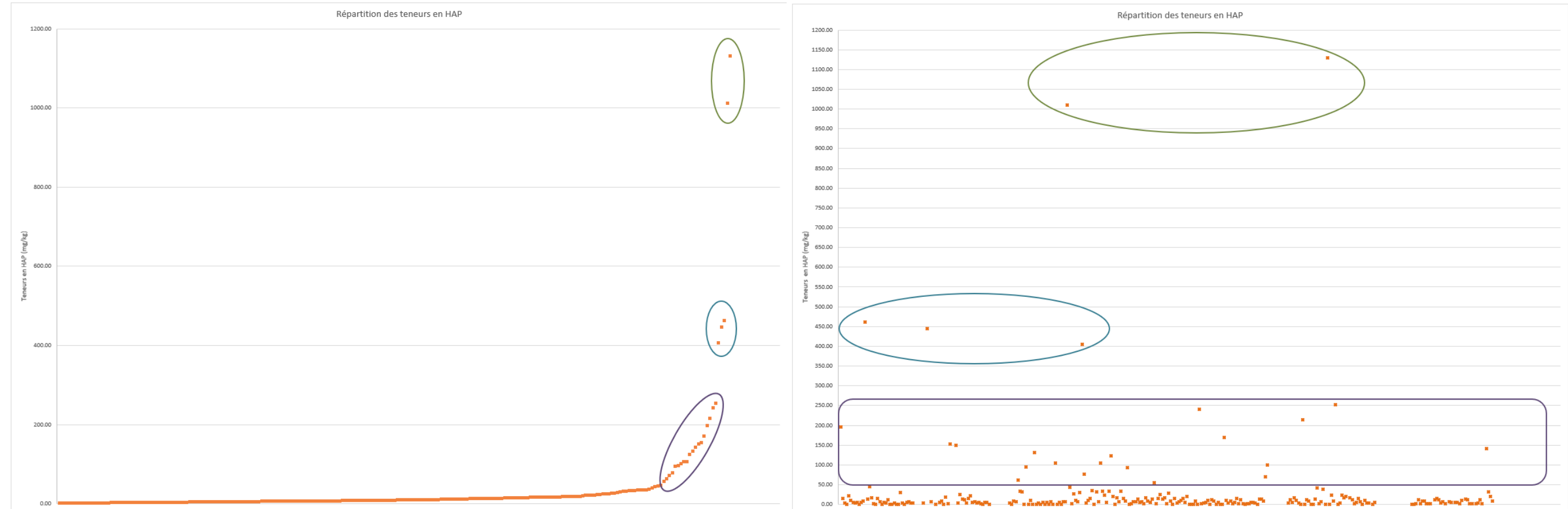


Figure 7 : Répartition des teneurs classées en HAP (16) dans les sols (teneurs classées à gauche et non classées à droite)

Ce graphique fait apparaitre très clairement la présence de différentes gammes de concentrations :

- 2 concentrations « **anomaliques** » et isolées entre 1 000 et 1 150 mg/kg au droit des sondages suivants (sondages encadrés en vert sur les graphiques précédents)
- 3 concentrations **anomaliques** et isolées au droit des sondages suivants (sondages encadrés en bleu sur les graphiques précédents) entre 400 et 500 mg/kg
- 19 concentrations dispersées entre 50 et 250 mg/kg (sondages encadrés en violet sur les graphiques précédents), qui présentent une rupture de pente avec le fond diffus décrit ci-dessous
- Le reste des teneurs mesurées, assimilées à un **bruit de fond** diffus probablement anthropique, sont comprises entre la limite de quantification du laboratoire et 50 mg/kg.

Sondages	Teneurs en HAP (mg/kg)
MOY FC15-A	1010
F19 - NOUE	1130
Sondages	Teneurs en HAP (mg/kg)
MOY FC24-A	405
Ni13	444
FC29	462

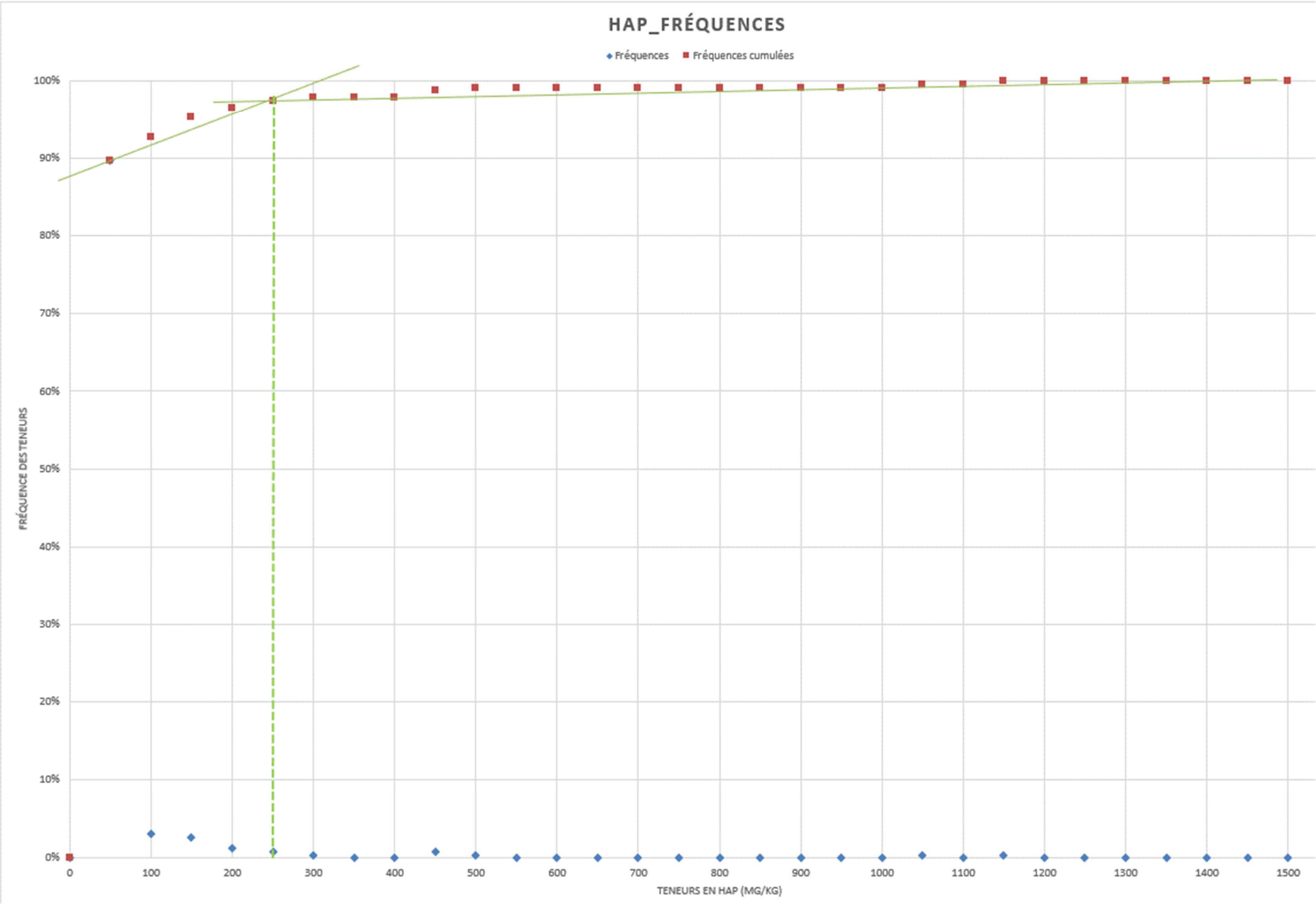


Figure 8 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en HAP

La Figure 8 fait apparaître un premier pic de concentrations entre 0 et 50 mg/kg (fréquences relatives), ce qui est cohérent avec le bruit de fond vraisemblablement anthropique mentionné précédemment.
La courbe des fréquences cumulées fait apparaître par ailleurs une rupture de pente vers 250 mg/kg, ce qui est cohérent avec les valeurs anomaliques observées à partir de cette concentration (cf Figure 7).

Sur la base des données disponibles à l'heure actuelle (il n'est pas exclu que des teneurs plus importantes soient mises en évidence au droit du site sur des zones peu investiguées comme la zone amiantée), un seuil de coupure de 250 mg/kg en 16 HAP est proposé pour guider les travaux de réhabilitation.

5.5 Cas des ETM

L'ensemble des ETM disposant de valeurs de comparaison (gamme de valeurs ASPITET) présentent des concentrations maximales supérieures à ces valeurs. Pour certains ETM (cuivre, plomb et zinc), un plus grand nombre de dépassement a été noté.

ETM	% de dépassement de la valeur de comparaison
Arsenic (As)	2%
Cadmium (Cd)	12%
Chrome total (Cr)	2%
Cuivre (Cu)	69%
Mercure (Hg)	30%
Nickel (Ni)	2%
Plomb (Pb)	49%
Zinc (Zn)	53%

Tableau 2 : Fréquence de dépassement des valeurs de comparaison par ETM

La définition des pollutions concentrées se focalisera donc sur ces 3 composés.

5.5.1 Cas du plomb

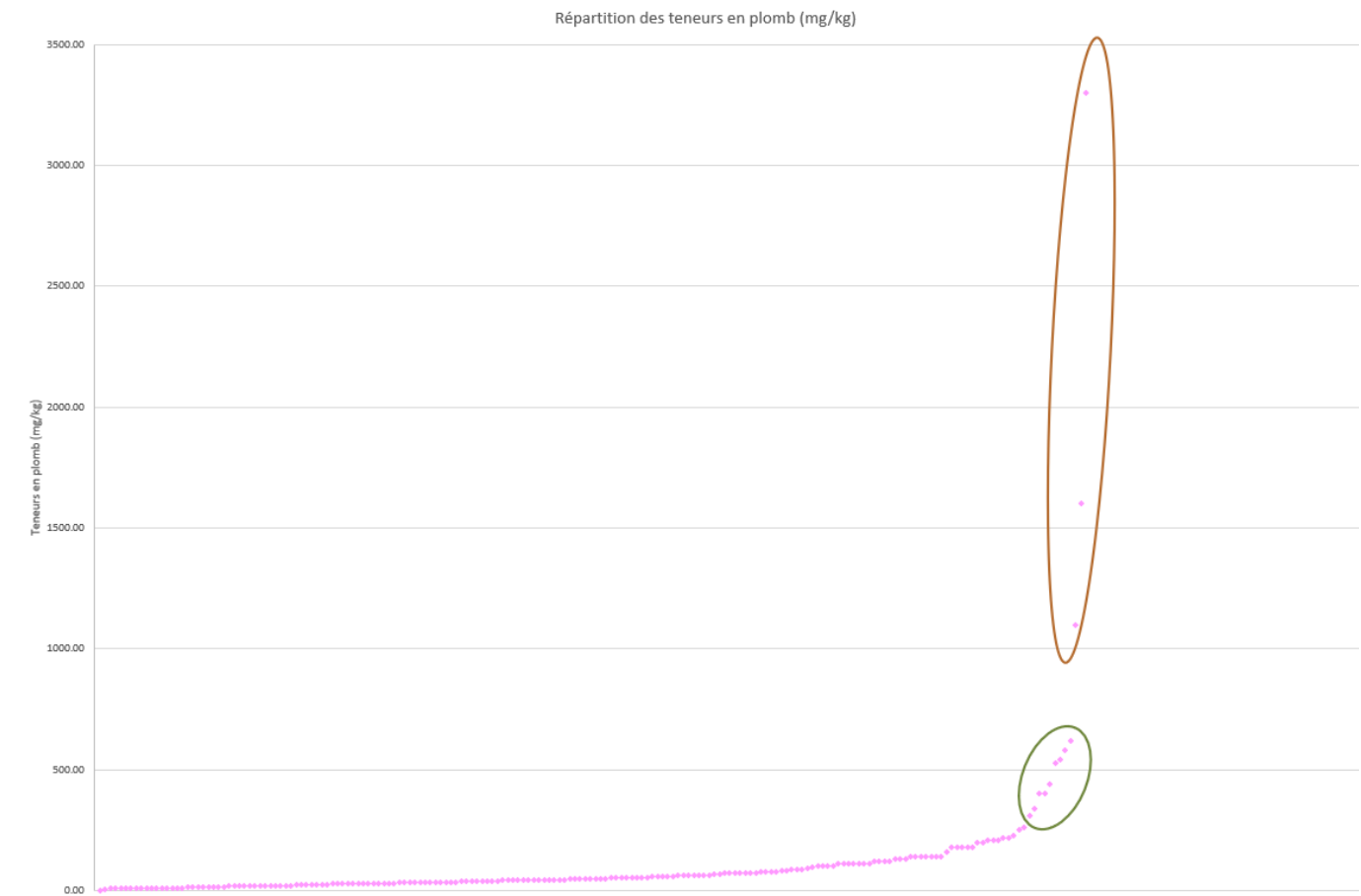


Figure 9 : Répartition des teneurs en plomb dans les sols



Ce graphique fait apparaitre très clairement la présence de différentes gammes de concentrations :

- **3 concentrations « anormales »** entre 1 100 et 3 300 mg/kg au droit des sondages suivants (sondages encadrés en orange sur les graphiques précédents)
- **9 concentrations plus dispersées** et présentant une rupture de pente avec les valeurs de fond diffus, au droit des sondages suivants (sondages encadrés en vert sur les graphiques précédents) entre 300 et 600 mg/kg environ

Sondages	Teneurs en plomb (mg/kg)
MOY FC21-A	1 100
F17 NOUE	1 600
F3 NOUE	3 300

Sondages	Teneurs en plomb (mg/kg)
Ni27	310
MOY FC2-A	340
F8 - ARC 2015	400
F11 - ARC 2015	400
MOY F13 + F14	440
T6 - NOUE	530
MOY FC5-A	540
MOY FC3-B	580
F16 - NOUE	620

- Le **reste des teneurs mesurées**, assimilées à un **bruit de fond** diffus probablement anthropique, sont comprises entre la limite de quantification du laboratoire et 250 mg/kg.

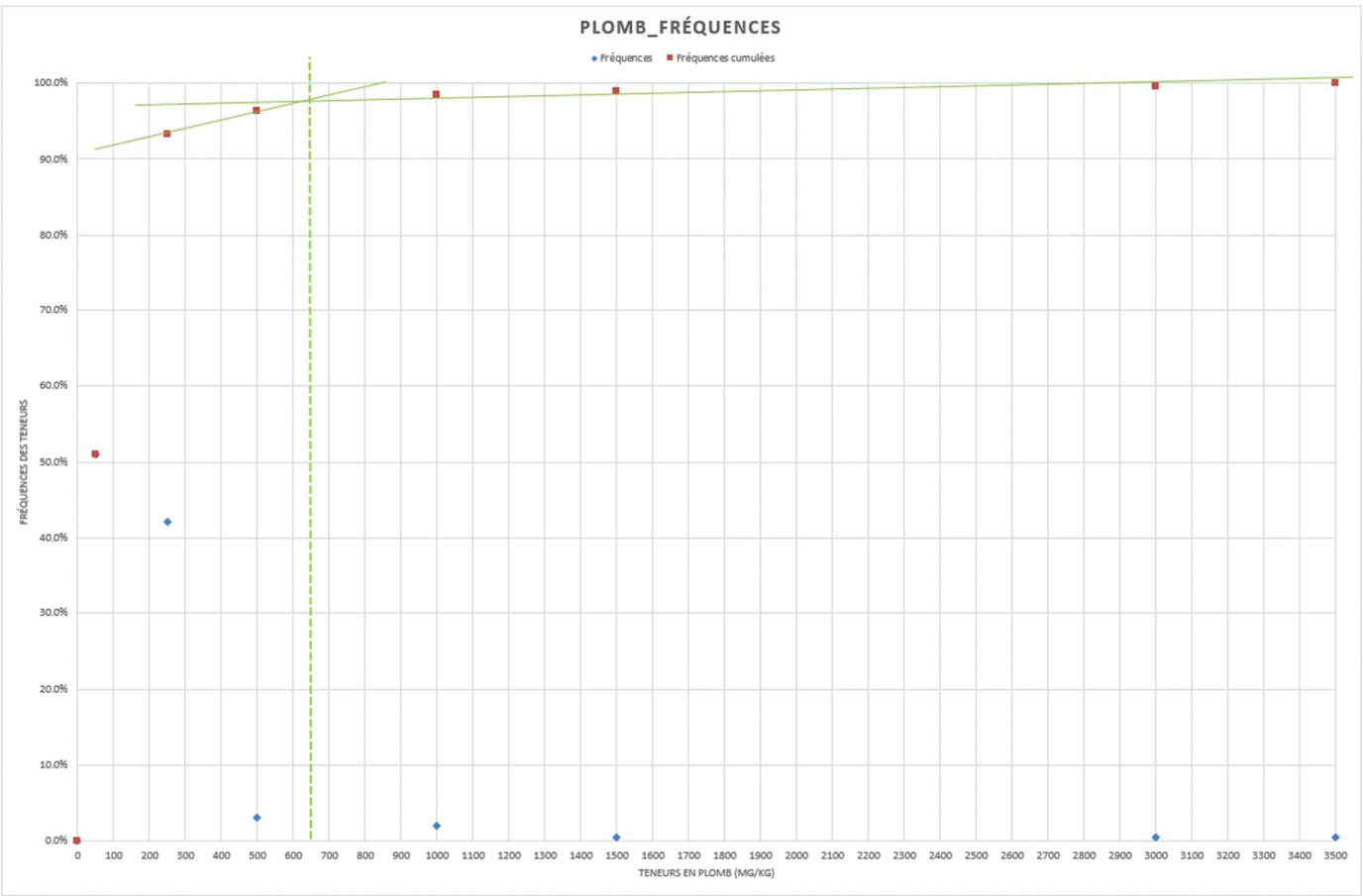


Figure 10 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en plomb

La Figure 8 fait apparaître un premier pic de concentrations centré sur la valeur de 250 mg/kg (fréquences relatives), ce qui est cohérent avec le bruit de fond vraisemblablement anthropique mentionné précédemment.

La courbe des fréquences cumulées fait apparaître par ailleurs une rupture de pente vers 650 mg/kg, ce qui est cohérent avec les valeurs anomaliques observées à partir de cette concentration (cf Figure 7).

Sur la base des données disponibles à l’heure actuelle (il n’est pas exclu que des teneurs plus importantes soient mises en évidence au droit du site sur des zones peu investiguées comme la zone amiantée), un seuil de coupure de 650 mg/kg en plomb est proposé pour guider les travaux de réhabilitation.

5.5.2 Cas du zinc

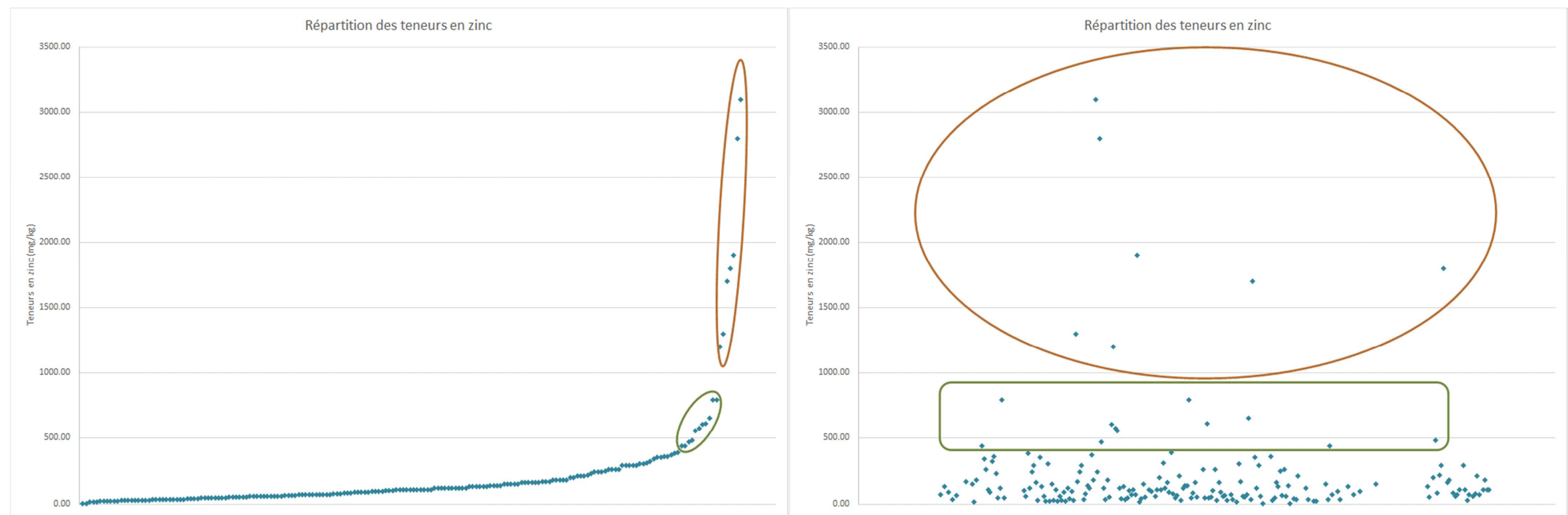


Figure 11 : Répartition des teneurs en zinc dans les sols

Ce graphique fait apparaître très clairement la présence de différentes gammes de concentrations :

- 7 concentrations « anomaliques » entre 1 200 et 3 100 mg/kg au droit des sondages suivants (sondages encadrés en orange sur les graphiques précédents)

Sondages	Teneurs en zinc (mg/kg)
MOY FC29-B	1200
MOY FC14-A	1300
T5 - NOUE	1700
SDIS 4	1800
MOY ST4-A	1900
MOY FC26-A	2800
MOY FC25-A	3100

- 11 concentrations plus dispersées au droit des sondages suivants (sondages encadrés en vert sur les graphiques précédents) entre 440 et 790 mg/kg

Sondages	Teneurs en zinc (mg/kg)
Ni25	440
F19 - NOUE	440
MOY FC26-B	470
SDIS 2	480
MOY FC30-B	550
MOY FC30-A	570
MOY FC29-A	600
F11 - ARC 2015	610
T4 - NOUE	650
SDIS 4-C	790
F8 - NOUE	790

- Le reste des teneurs mesurées, assimilées à un bruit de fond diffus probablement anthropique, sont comprises entre la limite de quantification du laboratoire et 390 mg/kg.

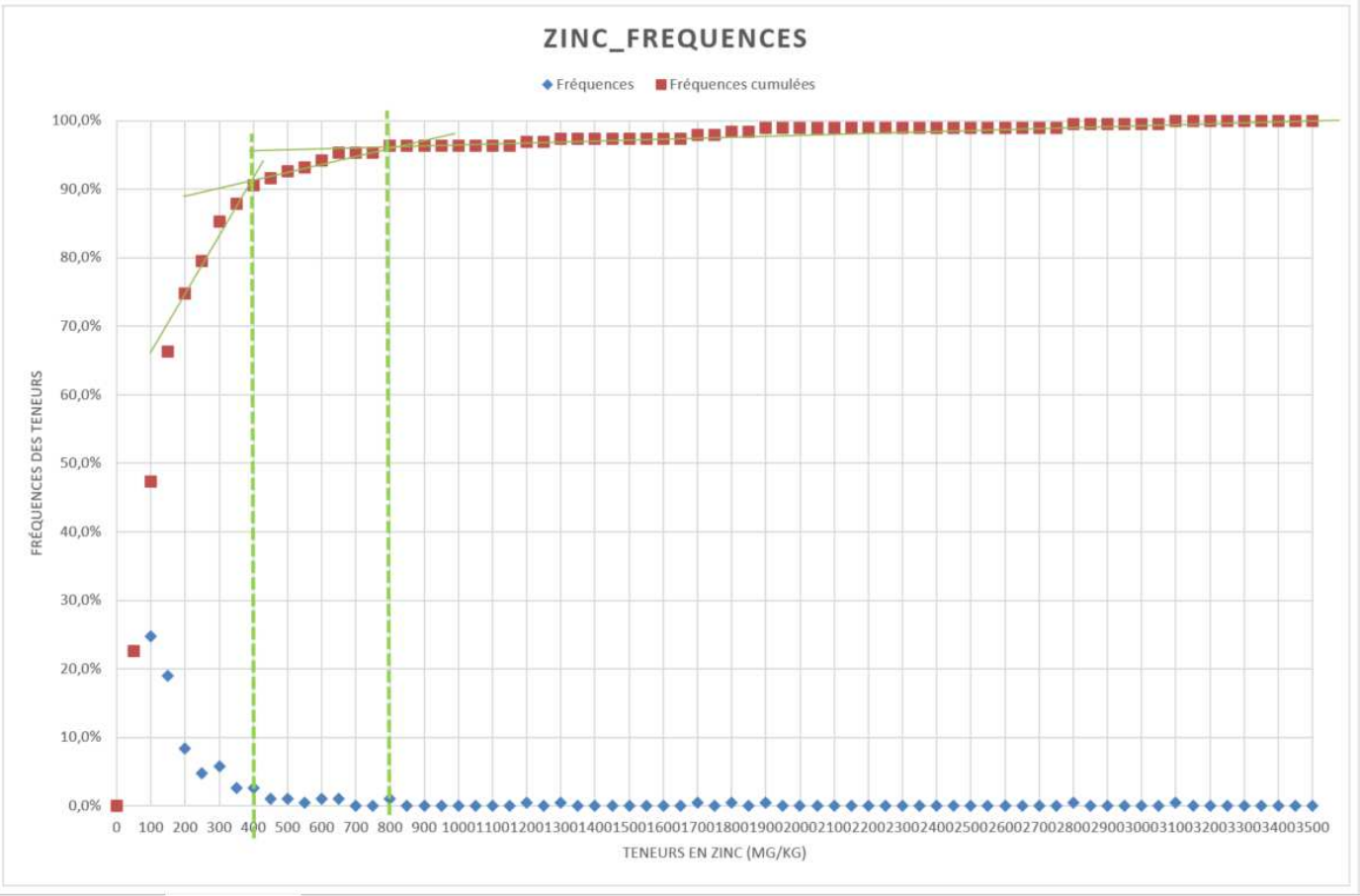


Figure 12 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en zinc

Le graphique de représentation des fréquences de concentrations ci-dessus fait apparaître un premier pic de concentrations entre 0 et 300 mg/kg (fréquences relatives) en centré sur 100 mg/kg, ce qui est cohérent avec le bruit de fond vraisemblablement anthropique mentionné précédemment.

La courbe des fréquences cumulées fait apparaître par ailleurs deux ruptures de pente vers 400 et 800 mg/kg, ce qui est cohérent avec les gammes de concentrations identifiées ci-avant (cf Figure 7).

Sur la base des données disponibles à l'heure actuelle, un seuil de coupure de 800 mg/kg en zinc est proposé pour guider les travaux de réhabilitation.

La valeur de 400 mg/kg n'est pas retenue comme seuil de coupure potentiel car elle individualise une population de valeurs assez nombreuses, et jugée trop basse au regard de la faible toxicité de ce composé, comparativement aux autres composés ou familles de composés concernés par des pollutions concentrées.

5.5.3 Cas du cuivre

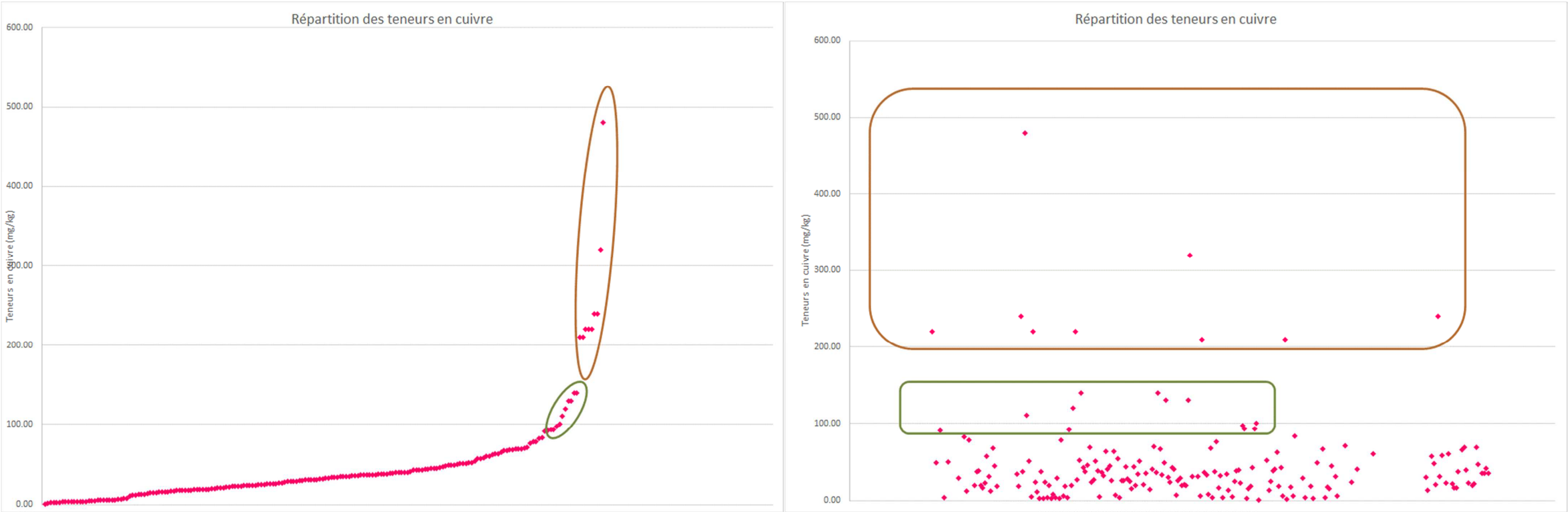


Figure 13 : Répartition des teneurs en cuivre dans les sols sur le lot SDIS

Ce graphique fait apparaitre très clairement la présence de différentes gammes de concentrations :

- 9 concentrations « **anomaliques** » entre 210 et 480 mg/kg au droit des sondages suivants (sondages encerclés en orange sur les graphiques précédents)
- 9 concentrations **plus dispersées** au droit des sondages suivants (sondages encerclés en vert sur les graphiques précédents) entre 91 et 140 mg/kg

Sondages	Teneurs en cuivre (mg/kg)
F11 - ARC 2015	210
SP2	210
Ni12	220
MOY FC5-A	220
MOY FC16-A	220
MOY FC2-A	240
SDIS 3	240
F9 - NOUE	320
MOY FC3-A	480

Sondages	Teneurs en cuivre (mg/kg)
Ni14	91
MOY FC14-A	92
T4 - NOUE	93

T6 - NOUE	93.00
MOY T4 + T5	97.00
MOY T6 + T8 + T10	100.00
MOY FC3-B	110.00
MOY FC15-A	120.00
F5 ARC 2015	130.00
F9 - ARC 2015	130.00
MOY FC21-A	140.00
F3 - NOUE	140.00

- Le reste des teneurs mesurées, assimilées à un bruit de fond diffus probablement anthropique, sont comprises entre la limite de quantification du laboratoire et 90 mg/kg.

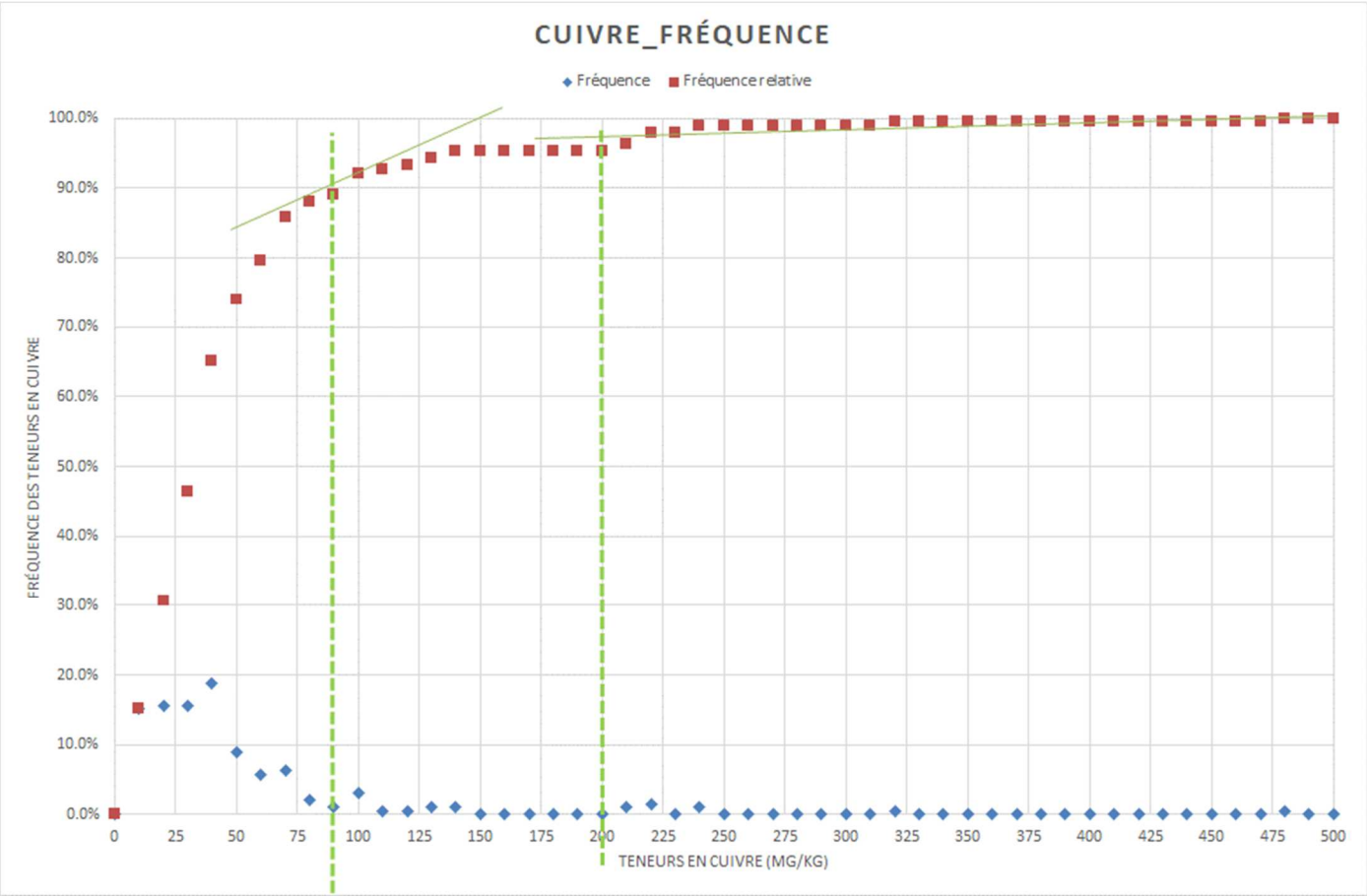


Figure 14 : Représentation des fréquences et fréquences cumulées des teneurs mesurées en cuivre

Le graphique de représentation des fréquences de concentrations ci-dessus fait apparaître un premier pic de concentrations entre 0 et 90/100 mg/kg (fréquences relatives), ce qui est cohérent avec le bruit de fond vraisemblablement anthropique mentionné précédemment.

La courbe des fréquences cumulées fait apparaître par ailleurs deux ruptures de pente vers 90 et 200 mg/kg, ce qui est cohérent avec les gammes de concentrations identifiées ci-avant (cf Figure 7).

Sur la base des données disponibles à l'heure actuelle, un seuil de coupure de 200 mg/kg en cuivre est proposé pour guider les travaux de réhabilitation.

5.6 Synthèse

En synthèse, et en première approche, l'analyse réalisée a permis de proposer :

- Un **seuil de coupure en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ de 2 500 mg/kg**. Les sondages concernés par ce seuil sont les suivants :
 - F18 - ARC 2017 avec 5 160 mg/kg en HCT à 2,2 m de profondeur
 - FC29 avec 11 000 mg/kg en HCT à 2 m de profondeur (également concerné par un seuil de coupure en HAP et zinc)
 - FC19 avec 19 000 mg/kg en HCT à 1,8 m de profondeur
 - F21 (ARC 2017) avec 52 500 mg/kg en HCT à 2,4 m de profondeur et 36 400 mg/kg en HCT à 2,6 m de profondeur
- Un **seuil de coupure en HAP de 250 mg/kg**. Les sondages concernés par ce seuil sont les suivants :
 - F20-NOUE avec 252 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur
 - MOY FC24-A avec 405 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur
 - Ni13 avec 444 mg/kg en HAP à 1,8 m de profondeur
 - FC29 avec 462 mg/kg en HAP à 2 m de profondeur
 - MOY FC15-A avec 1010 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur
 - F19-NOUE avec 1130 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur
- Un **seuil de coupure en plomb de 650 mg/kg**. Les sondages concernés par ce seuil sont les suivants :
 - MOY FC21-A avec 1100 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur
 - F17 NOUE avec 1600 mg/kg entre 1 et 2 m de profondeur
 - F3 NOUE avec 3300 mg/kg entre 1 et 2 m de profondeur
- Un **seuil de coupure en zinc de 800 mg/kg**. Les sondages concernés par ce seuil sont les suivants :
 - MOY FC29-B avec 1200 mg/kg en zinc entre 1 et 2 m de profondeur
 - MOY FC14-A avec 1300 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur
 - T5 – NOUE avec 1700 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur
 - SDIS 4 avec 1800 mg/kg en zinc à 0,9 m de profondeur
 - MOY ST4-A avec 1900 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur
 - MOY FC26-A avec 2800 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur
 - MOY FC25-A avec 3100 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur

A titre indicatif, mais non prioritaire, un **seuil de coupure en cuivre de 200 mg/kg**. Les sondages concernés par ce seuil sont les suivants :

- F11 (ARC 2015) avec 210 mg/kg entre 0 et 1,1 m de profondeur
- SP2 avec 210 mg/kg (donnée de profondeur indisponible)
- Ni12 avec 220 mg/kg à 1,2 m de profondeur
- MOY FC5-A avec 220 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur
- MOY FC 16-A avec 220 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur
- MOY FC2-A avec 240 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur
- SDIS3 avec 240 mg/kg à 1,6 m de profondeur
- F9 NOUE avec 320 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur
- MOY FC3-A avec 480 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur

A ce stade de l'étude, les seuils de coupure présentés ne sont pas des objectifs de réhabilitation, mais des valeurs guide de gestion et de maîtrise des sources concentrées identifiées. En phase travaux, ces seuils permettront d'évaluer l'avancement du retrait des sources concentrées. Pour rappel, ils sont susceptibles d'être révisés ultérieurement, à l'issue des investigations complémentaires qui pourraient être nécessaires au dimensionnement correct des zones de pollutions concentrées.

5.7 Détermination des surfaces et volumes des pollutions concentrées

Annexe 7 : Zones de pollutions concentrées

5.7.1 Méthodologie et hypothèses

Une cartographie des pollutions concentrées en ETM, HAP et en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ dans les sols a été réalisée, toutes profondeurs confondues, **afin de déterminer leurs emprises et en calculer les surfaces et volumes associés** (cf. Annexe 7). Elle a également permis de vérifier le caractère délimité et localisé de ces impacts.

Ces cartographies sont basées sur les données analytiques des précédentes études environnementales et sur celles issues des investigations menées par Arcadis en février 2022.

Pour la délimitation horizontale des surfaces concernées, il a été généralement considéré la moitié de la distance entre un point reconnu comme étant impacté et un point considéré non impacté (inférieur au seuil de coupure défini précédemment). Cette approche a pu varier en fonction des zones selon la connaissance fine du site et de son historique.

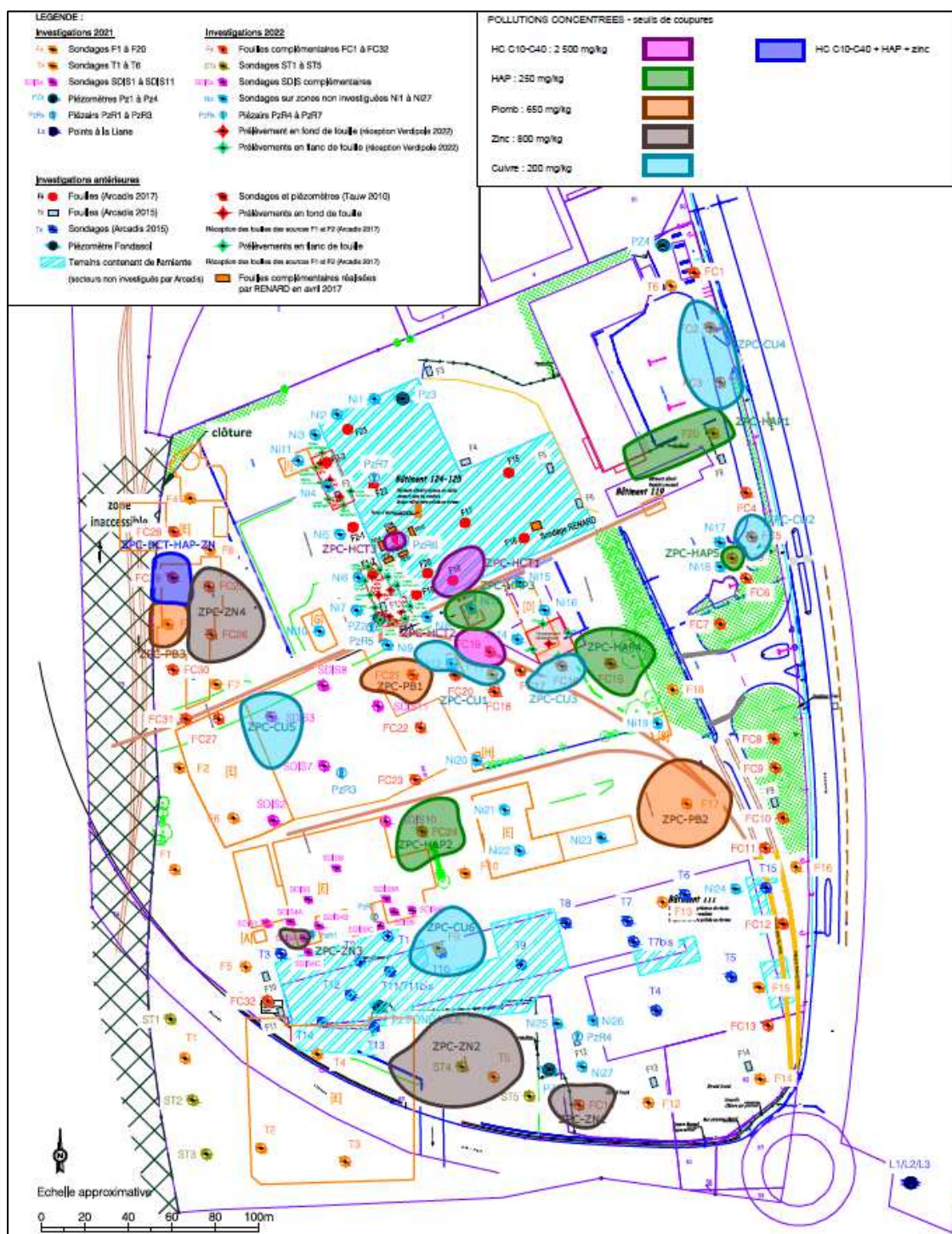
Pour la délimitation verticale, nous avons considéré qu'une analyse sur un échantillon ponctuel était représentative d'une tranche de sol présentant globalement les mêmes caractéristiques (lithologie, présence d'indices, etc.) que l'échantillon ponctuel.

Les surfaces correspondantes ont été calculées sous Inkscape, sur la base de la carte réalisée (dont un extrait est présenté en Figure 15 en page 58 ci-après).

5.7.2 Estimation des volumes de terres impactées

Le Tableau 4 en page 60 présente les estimations de volumes de terres à traiter au droit des zones de pollutions concentrées. Les surfaces, volumes et tonnages ont été calculés pour chaque zone indépendamment les unes des autres.

Les couleurs des ZPC (Zone de Pollution Concentrée) sont similaires dans le tableau à celles représentées sur le plan ci-après.



Seuil de coupure / ZPC identifiée		surface m ²	épaisseur à traiter	volume à traiter (m ³)	Tonnage (T) (d=1.8)	Volume à excaver préalablement pour atteindre ZPC (m ³)	Commentaire
Seuil de coupure en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ de 2 500 mg/kg							
F18 - ARC 2017 avec 5 160 mg/kg en HCT à 2,2 m de profondeur	ZPC-HCT1	421 m ²	0.9 m	379 m ³	681 T	883 m ³	ZPC totalement en zone amiantée
FC29 avec 11 000 mg/kg en HCT à 2 m de profondeur	ZPC-HCT-HAP-ZN	430 m ²	0.7 m	301 m ³	542 T	688 m ³	
FC19 avec 19 000 mg/kg en HCT à 1,8 m de profondeur	ZPC-HCT2	343 m ²	0.2 m	69 m ³	123 T	582 m ³	eau à 0.9m de profondeur
F21 (ARC 2017) avec 52 500 mg/kg en HCT à 2,4 m de profondeur et 36 400 en HCT à 2,6 m de profondeur	ZPC-HCT3	67 m ²	1.0 m	67 m ³	121 T	134 m ³	ZPC totalement en zone amiantée
Seuil de coupure en HAP de 250 mg/kg							
F20-NOUE avec 252 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-HAP1	405 m ²	1.0 m	405 m ³	729 T	0 m ³	
MOY FC24-A avec 405 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-HAP2	840 m ²	1.0 m	840 m ³	1513 T	0 m ³	
Ni13 avec 444 mg/kg en HAP à 1,8 m de profondeur	ZPC-HAP3	415 m ²	1.3 m	540 m ³	971 T	208 m ³	eau à 1,3 m de profondeur
FC29 avec 462 mg/kg en HAP à 2 m de profondeur	ZPC-HCT-HAP-ZN						
MOY FC15-A avec 1010 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-HAP4	877 m ²	1.0 m	877 m ³	1579 T	0 m ³	
F19-NOUE avec 1130 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-HAP5	94 m ²	1.0 m	94 m ³	170 T	0 m ³	
Seuil de coupure en plomb de 650 mg/kg							
MOY FC21-A avec 1100 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-PB1	519	1.0 m	519	935 T	0 m ³	eau à 1.3 m de profondeur
F17 NOUE avec 1600 mg/kg entre 1 et 2 m de profondeur	ZPC-PB2	1499	1.0 m	1499	2699 T	1499 m ³	
F3 NOUE avec 3300 mg/kg entre 1 et 2 m de profondeur	ZPC-PB3	354	1.0 m	354	638 T	354 m ³	
Seuil de coupure en zinc de 800 mg/kg							
MOY FC29-B avec 1200 mg/kg en zinc entre 1 et 2 m de profondeur	ZPC-HCT-HAP-ZN						
MOY FC14-A avec 1300 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-ZN1	524 m ²	1.0 m	524 m ³	943 T	0 m ³	
T5 – NOUE avec 1700 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-ZN2	2174 m ²	1.0 m	2174 m ³	3914 T	0 m ³	
MOY ST4-A avec 1900 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur							
SDIS 4 avec 1800 mg/kg en zinc à 0,9 m de profondeur	ZPC-ZN3	103 m ²	1.7 m	174 m ³	314 T	0 m ³	eau à 0.8 m de profondeur
MOY FC26-A avec 2800 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-ZN4	1323 m ²	1.0 m	1323 m ³	2382 T	0 m ³	
MOY FC25-A avec 3100 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur							
Seuil de coupure en cuivre de 200 mg/kg							
F11 (ARC 2015) avec 210 mg/kg entre 0 et 1,1 m de profondeur	ZPC-CU1	429 m ²	1.3 m	536 m ³	964 T	43 m ³	
Ni12 avec 220 mg/kg à 1,2 m de profondeur							eau à 1,3 m de profondeur
MOY FC5-A avec 220 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-CU2	274 m ²	1.0 m	274 m ³	494 T	0 m ³	
MOY FC 16-A avec 220 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-CU3	361 m ²	1.0 m	361 m ³	650 T	0 m ³	
MOY FC2-A avec 240 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur							
MOY FC3-A avec 480 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-CU4	1182 m ²	1.0 m	1182 m ³	2128 T	0 m ³	
SDIS3 avec 240 mg/kg à 1,6 m de profondeur	ZPC-CU5	846 m ²	0.2 m	169 m ³	304 T	1353 m ³	
F9 NOUE avec 320 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-CU6	908 m ²	1.0 m	908 m ³	1635 T	0 m ³	ZPC en partie en zone amiantée

Tableau 3 : Surfaces, volumes et tonnages ont été calculés pour chaque zone de pollution concentrée

L'estimation des volumes de terres impactées (pollutions concentrées) amène les remarques et précisions suivantes :

- Une partie des terrains concernés par les « pollutions concentrées » sont situés sous eau. Ainsi il est probable que les tonnages estimés à ce stade soient en réalité plus élevés car les terres gorgées d'eau (densité prise à 1,8 à ce stade). Un temps de ressuyage des sols sera nécessaire après excavation des matériaux.
- Les volumes et tonnages estimés à ce stade sont basés sur les données analytiques et observations de terrain disponibles à ce jour, avec notamment des sondages parfois distants de 60 à 80 m pour effectuer les premières délimitations. Une estimation plus fine des volumes et tonnages de terres à traiter est possible, et nécessitera dans ce cas la réalisation de sondages complémentaires pour affiner le maillage de données.
- Au droit ou à proximité de certaines ZPC, la présence de terrains contenant de l'amiante (non investigués par Arcadis) a été relevée. Une partie des zones de pollution concentrée est située dans les zones amiantées (selon l'estimation à date, environ 5% des volumes et tonnages concernés des terres à traiter)
- Les ETM représentent à eux seuls plus de 74% des volumes et tonnages concernés des terres à traiter

TOTAL	13571 m ³	24428 T	100%
ZPC-HCT	514 m ³	926 T	4%
ZPC-HAP	2756 m ³	6040 T	20%
ZPC-PB	2373 m ³	4272 T	74%
ZPC-ZN	4196 m ³	7553 T	
ZPC-CU	3430 m ³	6175 T	
ZPC-HCT-HAP-ZN	301 m ³	542 T	2%
dont amiante	627 m ³	1129 T	5%

Tableau 4 : Estimation des volumes de terres à traiter par ZPC

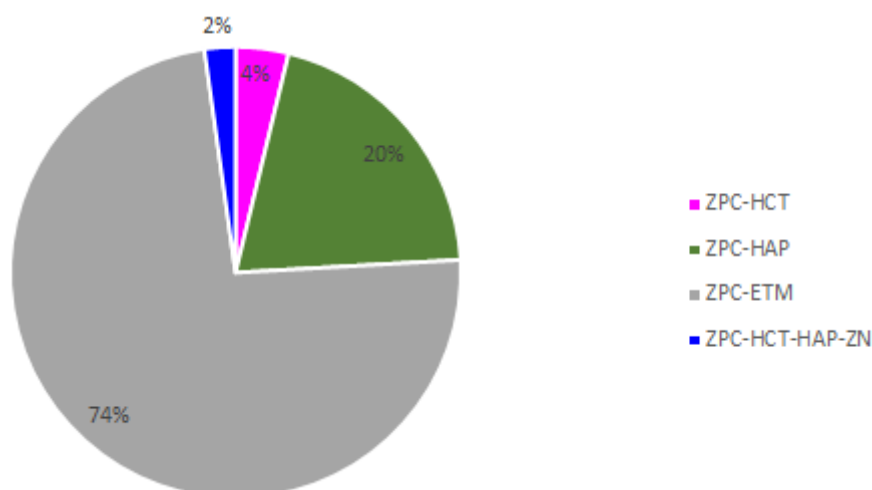


Figure 16 : Volumes de terres à traiter par famille de composés

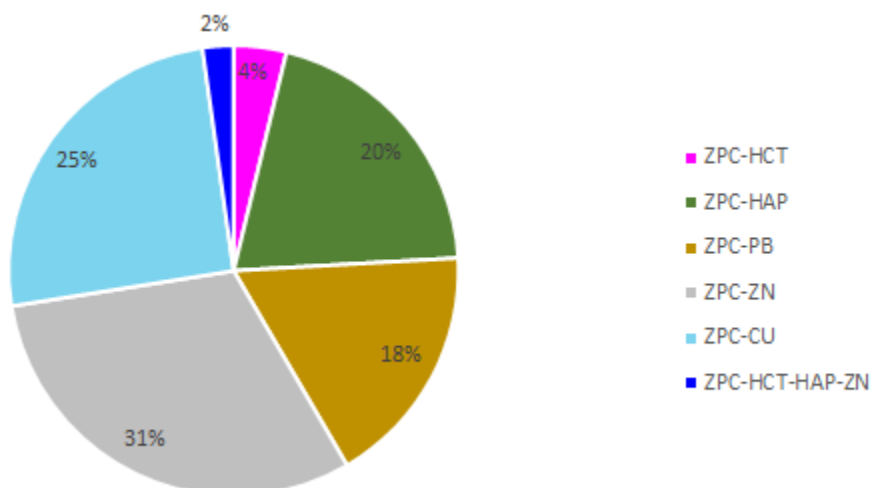


Figure 17 : Volumes de terres à traiter par composé

Ces proportions restent à prendre avec précaution. En effet certaines ZPC sont bien délimitées, comme la ZPC-HC3 par exemple, avec des sondages de délimitation proches et non impactés. Beaucoup d'autres ZPC en revanche présentent à ce stade des surfaces conséquentes, liées à la distance des premiers sondages disponibles pour la délimitation de ces ZPC (parfois à plus de 50 m). Sans préjuger des résultats de sondages complémentaires de délimitation de ces ZPC, il est très vraisemblable que la réalisation de sondages de délimitation beaucoup plus proches des sondages impactés permette de réduire significativement les surfaces et volumes concernés, et par conséquent les coûts de traitement.

En tout état de cause, s'agissant des ETM, et particulièrement pour le cuivre, à la fois les teneurs en « pollutions concentrées » et le seuil proposé apparaissent comme peu élevés, et relativement communes comme teneurs recensées dans les remblais de friches industrielles.

Par ailleurs, le cuivre est présent dans une couche de mâchefers utilisée comme remblais, sans doute pour la création de la plateforme industrielle (elle est en profondeur). Cette anomalie n'est donc pas liée aux anciennes activités, mais davantage associée à la nature des remblais.

Le cuivre n'est par ailleurs pas retrouvé dans les eaux souterraines du site. Aucune migration de ce composé n'est donc mise en évidence.

De plus, à ce stade des données, de gros volumes de matériaux seraient concernés par ce seuil de coupure car les sondages utilisables pour la délimitation sont éloignés, avec des conséquences majorantes évidentes sur les coûts de gestion de cet « impact » mais surtout en termes de bilan carbone.

Enfin, la toxicité de ce composé est faible.

Ainsi, sur la base de l'ensemble de ces arguments, le traitement des pollutions concentrées en cuivre n'est pas une priorité à ce stade.

Dans la mesure où il existe des incertitudes importantes notamment sur les ZPC-ETM et que ces ZPC-ETM représentent la majeure partie du volumes de terres impactées à traiter, il est proposé dans la suite de l'étude un scénario dit « optimiste » en termes de volumes où à chaque ZPC ETM peu délimitée serait appliquée une surface impactée de 100 m² (10 x 10 m).

Seuil de coupure / ZPC identifiée		Scénario pessimiste				Scénario optimiste				Volume à excaver préalablement pour atteindre ZPC (m3)	Commentaire
		surface m2	épaisseur à traiter	volume à traiter (m3)	Tonnage (T) (d=1.8)	surface m2	épaisseur à traiter	volume à traiter (m3)	Tonnage (T) (d=1.8)		
Seuil de coupure en hydrocarbures C ₁₀ -C ₄₀ de 2 500 mg/kg											
F18 - ARC 2017 avec 5 160 mg/kg en HCT à 2,2 m de profondeur	ZPC-HCT1	421 m²	0.9 m	379 m3	681 T					883 m3	ZPC totalement en zone amiantée
FC29 avec 11 000 mg/kg en HCT à 2 m de profondeur	ZPC-HCT-HAP-ZN	430 m²	0.7 m	301 m3	542 T					688 m3	
FC19 avec 19 000 mg/kg en HCT à 1,8 m de profondeur	ZPC-HCT2	343 m²	0.2 m	69 m3	123 T					582 m3	eau à 0.9m de profondeur
F21 (ARC 2017) avec 52 500 mg/kg en HCT à 2,4 m de profondeur et 36 400 en HCT à 2,6 m de profondeur	ZPC-HCT3	67 m²	1.0 m	67 m3	121 T					134 m3	ZPC totalement en zone amiantée
Seuil de coupure en HAP de 250 mg/kg											
F20-NOUE avec 252 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-HAP1	405 m²	1.0 m	405 m3	729 T					0 m3	
MOY FC24-A avec 405 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-HAP2	840 m²	1.0 m	840 m3	1513 T					0 m3	
Ni13 avec 444 mg/kg en HAP à 1,8 m de profondeur	ZPC-HAP3	415 m²	1.3 m	540 m3	971 T					208 m3	eau à 1,3 m de profondeur
FC29 avec 462 mg/kg en HAP à 2 m de profondeur	ZPC-HCT-HAP-ZN										
MOY FC15-A avec 1010 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-HAP4	877 m²	1.0 m	877 m3	1579 T					0 m3	
F19-NOUE avec 1130 mg/kg en HAP entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-HAP5	94 m²	1.0 m	94 m3	170 T					0 m3	
Seuil de coupure en plomb de 650 mg/kg											
MOY FC21-A avec 1100 mg/kg entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-PB1	519 m²	1.0 m	519	935 T	100 m²	1.0 m	100	180 T	0 m3	eau à 1.3 m de profondeur
F17 NOUE avec 1600 mg/kg entre 1 et 2 m de profondeur	ZPC-PB2	1499 m²	1.0 m	1499	2699 T	100 m²	1.0 m	100	180 T	1499 m3	
F3 NOUE avec 3300 mg/kg entre 1 et 2 m de profondeur	ZPC-PB3	354 m²	1.0 m	354	638 T	100 m²	1.0 m	100	180 T	354 m3	
Seuil de coupure en zinc de 800 mg/kg											
MOY FC29-B avec 1200 mg/kg en zinc entre 1 et 2 m de profondeur	ZPC-HCT-HAP-ZN										
MOY FC14-A avec 1300 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-ZN1	524 m²	1.0 m	524 m3	943 T	100 m²	1.0 m	100 m3	180 T	0 m3	
T5 – NOUE avec 1700 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-ZN2	2174 m²	1.0 m	2174 m3	3914 T	100 m²	1.0 m	100 m3	180 T	0 m3	
MOY ST4-A avec 1900 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur											
SDIS 4 avec 1800 mg/kg en zinc à 0,9 m de profondeur	ZPC-ZN3	103 m²	1.7 m	174 m3	314 T	100 m²	1.7 m	170 m3	306 T	0 m3	eau à 0.8 m de profondeur
MOY FC26-A avec 2800 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur											
MOY FC25-A avec 3100 mg/kg en zinc entre 0 et 1 m de profondeur	ZPC-ZN4	1323 m²	1.0 m	1323 m3	2382 T	100 m²	1.0 m	100 m3	180 T	0 m3	

Tableau 5 : Surfaces, volumes et tonnages ont été calculés pour chaque zone de pollution concentrée – Sans ZPC-CU + hypothèse optimiste ZPC ETM



Figure 18 : Localisation des ZPC sur plan de synthèse des investigations réalisées (sans ZPC-Cu)

Il est à noter que des odeurs d'hydrocarbures et/ou HAP, parfois associées à des irisations sur les eaux de la nappe superficielle, ont été relevées sur plusieurs sondages sur une large zone centrale en jaune sur la Figure 18 (au droit des points FC15, FC16, FC18, FC19, FC20, FC21, FC22, Ni12, Ni13 et Ni16) et de manière plus ponctuelle au droit des points FC29 et FC31. Ces indices organoleptiques ont majoritairement été notés dans la zone de battement de la nappe, soit entre 1 et 2 m. Il existe donc une incertitude sur la présence potentielle de zones impactées en amont hydraulique de ces points et qui n'aurait pas été détectée à ce jour.

6 MAITRISE DES IMPACTS SANITAIRES : ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

Une analyse des enjeux sanitaires a été réalisée sur la base des teneurs résiduelles attendues après traitement des zones de pollution concentrée. Il s'agit d'une Analyse des Risques Résiduels prédictive (ARR prédictive).

Elle permet de déterminer si des mesures de gestion complémentaires au traitement des ZPC sont nécessaires pour valider la compatibilité sanitaire du site avec l'usage envisagé.

6.1 Méthodologie

Annexe 8 : Méthodologie de calcul des risques

Les risques ont été calculés respectivement pour les effets dits sans seuil (risques cancérogènes sans seuil de dose) et les effets dits à seuil (effets non cancérogènes ou effets cancérogènes à seuil de dose) des substances retenues selon des critères précis.

Les effets à seuil

Le quotient de danger est défini comme :

$$QD = DJE \text{ (Dose Journalière d'Exposition)} / DR \text{ (Dose de Référence)}$$

Les effets sans seuil

L'excès de risque unitaire (ERU) est défini pour une durée de 70 ans. L'excès de risque individuel (ERI) est défini comme suit :

$$ERI = DJE \times ERU$$

La méthodologie nationale en vigueur précise :

- les règles de cumul des effets :
 - pour les effets à seuil : addition des quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible
 - pour les effets sans seuil : addition de tous les excès de risques individuels
- les valeurs-seuils suivantes :
 - pour les effets à seuil, le quotient de danger (QD) est comparé à la valeur 1 ;
 - pour les effets cancérogènes, l'excès de risque individuel (ERI) est comparé à la valeur 10^{-5} .

Toutefois, les études toxicologiques pivot ayant permis de définir les VTR ne sont pas toujours suffisantes pour assurer l'unicité des mécanismes d'action toxiques et des organes cibles. Aussi, et en accord avec le principe de précaution, Arcadis ne procède pas à une addition sélective des quotients de dangers des substances ayant les mêmes mécanismes d'actions toxiques sur les mêmes organes cibles.

Arcadis procède donc à

- l'addition des quotients de dangers de l'ensemble des substances non cancérogènes ;
- l'addition des quotients de dangers de l'ensemble des substances cancérogènes à seuil de dose ;
- l'addition de tous les excès de risques pour l'ensemble des substances cancérogènes sans seuil de dose.

Cette approche est cohérente avec celle menée par les agences réglementaires au niveau mondial. Ainsi, bien que l'EPA recommande l'addition des quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible, la connaissance des mécanismes d'action toxique est peu développée à ce jour, et l'effet le plus sensible peut être différent entre deux substances car les effets secondaires d'une des deux substances peuvent correspondre aux effets les plus sensibles de l'autre. Dans la pratique, les agences réglementaires continuent donc encore majoritairement à se baser sur l'additivité globale des quotients de danger.

6.2 Substances retenues pour les calculs de risques et concentrations utilisées

Annexe 9 : Synthèse des données disponibles pour réaliser les calculs de risques – concentrations résiduelles attendues

Annexe 10 : Toxicologie des substances et organes cibles

Pour rappel, comme il est envisagé de réutiliser les matériaux issus des noues pour réaliser une plateforme sur les lots réaménagés, les données disponibles au droit des noues (hors ZPC) ont également été intégrées aux calculs de risques.

En ce sens, les données analytiques prises en compte pour les calculs de risque sont constituées :

- **Données eau** : ensemble des données eaux souterraines les plus récentes, et disponibles en 2021 et 2022 (Arcadis)
- **Données sol** : ensemble des données sols disponibles depuis 2010 (Tauw), 2015 (Arcadis), 2017 (Arcadis), 2021 (Arcadis) et 2022 (Arcadis) ;
- **Données gaz du sol** : ensemble des données gaz du sol disponibles en 2021 et 2022 (Arcadis).

Les données relatives aux échantillons présentant des teneurs supérieures aux seuils de coupure défini précédemment ont été exclues des données d'entrée des calculs de risques prédictifs car considérés comme étant traités.

Une synthèse des données analytiques disponible est présentée en Annexe 9.

En application de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués en vigueur et du principe de prudence :

- Seuls sont pris en compte dans les calculs de risques sanitaires les composés et les concentrations pertinentes au regard des valeurs réglementaires de gestion ou des valeurs de référence existantes dans les différents milieux étudiés.
- Seules les substances détectées dans les différents milieux étudiés en concentrations supérieures à la limite de quantification dans les différents milieux, et disposant de valeurs toxicologiques de référence, sont retenues dans les calculs de risques sanitaires.
- Les calculs de risque ont été effectués à partir des concentrations maximales mesurées dans les différents milieux étudiés pour la voie d'exposition par inhalation en intérieur (concentrations résiduelles attendues dans les sols et concentrations actuellement mesurées dans les gaz du sol).
- Les calculs de risque ont été effectués à partir des concentrations moyennes résiduelles attendues dans les sols pour la voie d'exposition par ingestion de sols et de poussières (calculées en prenant en compte les limites de quantification), toutes profondeurs confondues (n'engendrant pas de contraintes futures sur la réutilisation des terres ou les éventuels mouvements de terres sur site). En effet pour ces expositions, prendre en compte les concentrations maximales reviendrait à considérer que les cibles sont

exposées en permanence au même endroit en extérieur, à des sols et poussières provenant exclusivement des zones présentant les concentrations maximales résiduelles attendues, ce qui n'a aucune réalité dans le cadre d'un scénario tertiaire.

Les **données gaz du sol** ont été prises en compte prioritairement pour les calculs de risques lorsque cela s'est avéré pertinent (i.e., lorsque les piézajirs ont été implantés à proximité immédiate des sondages et/ou piézomètres présentant les concentrations maximales dans les sols et les eaux souterraines). Ce calcul présente l'avantage d'être plus réaliste en limitant les incertitudes liées au facteur volatilisation eau → air du sol ou sol → air du sol. Pour les composés détectés dans les sols ou les eaux souterraines, mais non recherchés dans les gaz du sol, ce sont les données sols ou eaux souterraines qui ont été exploitées.

Pour les substances dans les gaz du sol présentant des teneurs inférieures aux limites de quantification :

- si le composé est détecté dans les sols ou les eaux souterraines, les limites de quantification dans les gaz du sol sont retenues dans les calculs de risques ;
- si le composé n'est détecté ni dans les sols ni dans les eaux souterraines, le composé est considéré comme non détecté, et n'est pas pris en compte dans les calculs de risques.

Dans le cas des ETM il est admis que seul le mercure est volatil dans les Conditions Normales de Température de Pression (C.N.T.P). Aussi, pour la voie d'exposition par inhalation, seul le mercure a été considéré dès lors qu'il présentait des teneurs supérieures à la valeur ASPITET associée (0,1 mg/kg).

Dans le cas des hydrocarbures aromatiques, compte-tenu du nombre d'équivalent carbone (EC) similaires, il est admis que les teneurs en hydrocarbures C₅-C₇ et C₇-C₈ aromatiques sont respectivement représentatives des concentrations en benzène (EC de 6,5 d'après le TPH WG) et toluène (EC de 7,58 d'après le TPH WG). **Par conséquent, les coupes C₅-C₇ et C₇-C₈ aromatiques n'ont pas été prises en compte dans les calculs de risques sanitaires, à la faveur des concentrations en benzène et toluène.**

Concernant les hydrocarbures dans sols, la distinction aliphatique/aromatique n'a pas été effectuée bien que leur toxicité soit différente. Pour cette raison, et en application du principe de précaution, il a été supposé que les hydrocarbures mesurés étaient soit entièrement des aliphatiques soit entièrement des aromatiques. Les calculs ont donc été réalisés en appliquant les concentrations de chaque coupe pétrolière aux coupes aliphatiques et aromatiques correspondantes. On obtient alors une fourchette de valeurs de risques, dont les bornes haute et basses permettent d'orienter les recommandations et conclusions de l'étude.

Les hydrocarbures C₁₆-C₄₀ ne disposant pas de valeurs toxicologiques de référence pour l'inhalation, ces substances ne sont pas prises en compte pour cette voie d'exposition.

Concernant les HAP (hors naphthalène) présents dans les eaux souterraines, sur la base des concentrations mesurées (à l'état de traces) et de notre retour d'expérience, la prise en compte de ces composés dans la suite de l'étude n'aurait aucun impact sur les niveaux de risques calculés. Aussi, aucune modélisation des teneurs en HAP dans l'air intérieur à partir des données eaux souterraines n'a été réalisée.

Les concentrations d'entrée des calculs de risques sont fournies dans le tableau ci-après.

Substances		Concentrations maximales dans les sols en mg/kg		Concentrations maximales dans les eaux souterraines en µg/L		Concentrations maximales dans les gaz du sol (mg/m³)		Concentrations moyennes dans les sols (mg/kg)
Voie d'exposition étudiée	Inhalation de vapeurs issues des sols	Echantillon	Inhalation de vapeurs issues de la nappe	Echantillon	Inhalation de vapeurs issues des sols et de la nappe	Echantillon	Ingestion de sols et de poussières	
Eléments Traces Métalliques								
Antimoine	NP	-	NR	-	NP	-	3,34	
Arsenic	NP	-	NP	-	NP	-	< ASPITET (9,32)	
Baryum	NP	-	NR	-	NP	-	261,60	
Cadmium	NP	-	NP	-	NP	-	< ASPITET (0,22)	
Chrome	NP	-	NP	-	NP	-	< ASPITET (22,09)	
Cuivre	NP	-	NP	-	NP	-	34,41	
Mercure	1,95	F12 (0-1m) (NP – gaz du sol proche SDIS4 valeur max)		-	0,000117	LQ max	0,15	
Molybdène	NP	-	NR	-	NP	-	1,5	
Nickel	NP	-	NP	-	NP	-	< ASPITET (20,15)	
Plomb	NP	-	NP	-	NP	-	76,36	
Sélénium	NP	-	NR	-	NP	-	3,18	
Zinc	NP	-	NP	-	NP	-	139,06	
Bore	NP	-	NR	-	NP	-	32,67	
Cobalt	NP	-	NR	-	NP	-	< ASPITET (10,26)	
Manganèse	NP	-	NR	-	NP	-	2296,7	
Hydrocarbures Aliphatiques								
C ₅ -C ₆	1,8	MOY F22 NP gaz du sol PzR7		-	0,111	LQ max	0,49	
C ₆ -C ₈	3,4	MOY F22 NP gaz du sol PzR7		-	0,111	LQ max	0,53	
C ₈ -C ₁₀	33	MOY T11bis		-	0,111	LQ max	0,87	
C ₁₀ -C ₁₂	510	F21-A (2,2m) NP gaz du sols PzR6		-	0,111	LQ max	8,26	
C ₁₂ -C ₁₆	1450	F21-A (2,2m) NP gaz du sols PzR6		-	0,111	LQ max	26,07	
C ₁₆ -C ₄₀	NP	-	NP	-	NP	-	291,74	
Hydrocarbures Aromatiques								
C ₅ -C ₇	= benzène	-	ND	-	= benzène		= benzène	
C ₇ -C ₈	= toluène	-	ND	-	= toluène		= toluène	
C ₈ -C ₁₀	0,94	Ni16	ND	-	0,111	LQ max	0,31	
C ₁₀ -C ₁₂	510	F21-A (2,2m) NP gaz du sols PzR6		-	0,111	LQ max	8,26	
C ₁₂ -C ₁₆	1450	F21-A (2,2m) NP gaz du sols PzR6		-	0,111	LQ max	26,07	
C ₁₆ -C ₄₀	NP	-	NP	-	NP	-	291,74	
BTEX								
Benzène	0,63	MOY F22 NP gaz du sol PzR7		-	0,003	LQ max	0,06	
Toluène	2,2	MOY F22 NP gaz du sol PzR7		-	0,016	PzR2 fev 2022	0,07	
Ethylbenzène	0,10	MOY F22 NP gaz du sol PzR7		-	0,006	LQ max PzR2 mars 2021	0,05	
Xylènes	1,16	MOY F22 NP gaz du sol PzR7		-	0,011	PzR2 fev 2022	0,05	
HAP								
Naphtalène	13,6	FC15 (1,2)	NP (gaz du sol)	-	0,006	LQ max	0,30	
Acénaphtylène	17,9	FC15 (1,2)	ND	-	NR	-	0,18	
Acénaphtène	13,5	MOY FC31-B	NP (traces)	-	NR	-	0,19	
Fluorène	22,7	FC15 (1,2)	NP (traces)	-	NR	-	0,41	
Phénanthrène	39,3	FC15 (1,2)	NP (traces)	-	NR	-	2,01	
Anthracène	12,7	FC15 (1,2)	NP (traces)	-	NR	-	0,50	
Fluoranthène	45,8	F16 NOUE (0-1)	NP (traces)	-	NR	-	2,60	
Pyrène	33,5	F16 NOUE (0-1)	NP (traces)	-	NR	-	2,11	
Benzo(a)anthracène	21,8	F16 NOUE (0-1)	NP (traces)	-	NR	-	1,19	
Chrysène	16,5	F16 NOUE (0-1)	NP (traces)	-	NR	-	1,21	
Benzo(b)fluoranthène	17,9	F16 NOUE (0-1)	NP (traces)	-	NR	-	1,12	
Benzo(k)fluoranthène	9,8	F16 NOUE (0-1)	NP (traces)	-	NR	-	0,57	
Benzo(a)pyrène	14,9	F16 NOUE (0-1)	NP (traces)	-	NR	-	1,02	
Dibenzo(a,h)anthracène	3	F16 NOUE (0-1)	NP (traces)	-	NR	-	0,17	
Benzo(g,h,i)pérylène	9	F16 NOUE (0-1)	NP (traces)	-	NR	-	0,60	
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	12	MOY T14	NP (traces)	-	NR	-	0,74	
COHV								

Substances	Concentrations maximales dans les sols en mg/kg		Concentrations maximales dans les eaux souterraines en µg/L		Concentrations maximales dans les gaz du sol (mg/m³)		Concentrations moyennes dans les sols (mg/kg)
Trichloroéthylène	0,21	Ni 14-	ND	-	ND	-	0,05
1,1,1 trichloroéthane	ND	-	ND	-	0,016	PzR2 fev 2022	ND
Dichlorométhane	ND	-	ND	-	0,014	Pzr7 fev 2022	ND
Autres COHV	ND	-	ND	-	ND	-	ND
PCB							
PCB28	0,001	F10 (0-1)	ND	-	NR	-	0,0010
PCB52	0,034	MOY ST3-A	ND	-	NR	-	0,001
PCB101	0,13	MOY FC32-A	ND	-	NR	-	0,003
PCB118	0,046	MOY ST3-A	ND	-	NR	-	0,003
PCB138	0,66	MOY FC32-A	ND	-	NR	-	0,008
PCB153	0,95	MOY FC32-A	ND	-	NR	-	0,010
PCB180	0,7	MOY FC32-A	ND	-	NR	-	0,008

ND : Non Détecté ; NR : Non Recherché ; NP : Non Pertinent

Tableau 6 : Concentrations d’entrée des calculs de risques résiduels

6.3 Modélisation des transferts

Annexe 11 : Justification du choix des paramètres de transfert

Annexe 12 : Equations de transfert

Annexe 13 : Feuilles de transfert gaz du sol / air ambiant

Annexe 14 : Feuilles de transfert sols / air ambiant

Les calculs de risques sont basés sur les concentrations attendues des polluants dans les différents milieux de contact c'est-à-dire, l'air ambiant à l'intérieur des bâtiments. Pour ce faire, il est nécessaire de procéder à une étape de modélisation des transferts gazeux des gaz du sol et des sols vers l'air ambiant. Arcadis se base sur le logiciel RISC Workbench version 5.0 pour modéliser ces transferts. Ce logiciel intègre les équations de Johnson et Ettinger. Les incertitudes liées à la modélisation des transferts sont présentées en Annexe 21.

Les paramètres d'entrée relatifs au transfert des composés depuis les gaz du sol et les sols vers l'air ambiant sont présentés dans le tableau ci-après.

Paramètres	Quantité	Unités	Source
Caractéristiques de la zone non saturée sous le bâtiment			
Type de sol	Sandy loam	-	Choix le plus sécuritaire au regard des analyses granulométriques réalisées
Paramètres liés au modèle d'émission gazeuse du sol dans le bâtiment			
Différence de pression entre le bâtiment et l'extérieur	40	g/cm ² .s	Johnson & Ettinger
Taux de fissuration	0,001	/	USEPA
Porosité de la dalle	0,25	/	= Porosité du sol sous la dalle (hypothèse du modèle Johnson & Ettinger) – valeur par défaut proposé par le logiciel et associée à la couche de forme généralement présente sous les fondations
Epaisseur de la dalle	15	cm	
Profondeur des fondations	15	cm	fondation = dalle
Profondeur de la source sol par rapport aux fondations	15	cm	Hypothèse sécuritaire
Profondeur de la source gaz par rapport aux fondations	15	cm	Hypothèse sécuritaire
Perméabilité des sols aux vapeurs sous le bâtiment	1.00E-08	cm ²	Valeur par défaut du logiciel – valeur associée à la couche de forme généralement présente sous les fondations
Paramètres liés au calcul de la concentration dans un bureau, en RdC du bâtiment			
Longueur du bureau	5	m	Scénario retenu : pièce de 3 x 5m
Largeur du bureau	3		Scénario retenu : pièce de 3 x 5m
Hauteur du bureau	2,4	m	Scénario retenu : pièce de 3 x 5m
Volume du bureau	36	m ³	Scénario retenu : pièce de 3 x 5m
Taux de renouvellement d'air dans le bureau	12 (0.5 v/h)	j ⁻¹	Code du travail (décret n° 841093 du 7/12/1984 - débit minimal bureaux : 18 m ³ /h/occupant

Tableau 7 : Paramètres de transfert retenus

6.4 Calcul de l'exposition

6.4.1 Mode de calcul des DJE

Annexe 15 : Equations de calcul des DJE

Annexe 16 : Justification du choix des paramètres d'exposition

Les doses journalières d'exposition (D.J.E) ont été calculées à l'aide d'une feuille de calcul au format Excel spécifiquement développée par Arcadis pour le calcul des DJE. Les concentrations dans l'air ambiant ont été quant à elles modélisées à partir du logiciel RISC Workbench 5.0.

Les équations utilisées pour le calcul des DJE, issues du document "Risk Assessment guidance for superfund volume I Human Health Evaluation Manual - Part A », de décembre 1989 et de la partie révisée « Part F, supplemental guidance for inhalation risk assessment, de janvier 2009, – publié par "Office of Emergency and Remedial Response" – USEPA, sont présentées en annexe.

6.4.2 Synthèse des paramètres d'exposition des cibles

Les paramètres relatifs à l'exposition des cibles sont présentés dans le tableau ci-après :

Paramètres	Quantité	Unités	Source
Scénario tertiaire - Paramètres liés à la cible employé			
Masse corporelle moyenne	70	kg	USEPA
Durée de vie	70	an	USEPA
Volume d'air inhalé	20	m³/j	USEPA, cohérent avec CIBLEX
Quantité de sols ingérée	33.3	mg/j	50 mg en 12 h, pondéré sur 8h de présence

Tableau 8 : Paramètres d'exposition retenus

6.4.3 Budget espace-temps

Le budget espace-temps des cibles est présenté dans le tableau ci-après.

Paramètres	Quantité	Unités	Source
Scénario tertiaire - Paramètres liés à la cible employé			
Temps de présence dans les bâtiments	8	h/j	Scénario retenu
Fréquence d'exposition	220	j/an	Scénario retenu
Durée d'exposition	42	ans	Durée légale de travail en France

Tableau 9 : Budget espace-temps retenus

6.5 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Annexe 17 : VTR retenues pour l'étude

Annexe 18 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature

Annexe 19 : Justification du choix des VTR

La note d'information de la DGS n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 en date du 31 octobre 2014 simplifie les modalités de sélection des substances chimiques ainsi que le choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués. Arcadis s'appuie sur cette note pour le choix des VTR.

Ainsi, la note d'information précise que pour un composé présentant plusieurs valeurs toxicologiques de référence reconnues dans ce document, et par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES.

En l'absence de VTR proposée par l'ANSES, il est recommandé de sélectionner la VTR la plus récente parmi celles proposées par l'US-EPA, l'ATSDR ou l'OMS.

Enfin, si aucune VTR n'est retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (ANSES, US-EPA, ATSDR et OMS), il est recommandé de sélectionner la VTR la plus récente parmi celles proposées par Santé Canada, RIVM, l'OEHA ou l'EFSA.

Concernant les hydrocarbures, les institutions officielles présentées ci-dessus ne proposent pas de valeurs toxicologiques de référence. Aussi, les VTR retenues sont celles proposées par le TPH Criteria Working Group, institution reconnue dans la recherche sur les hydrocarbures totaux.

Concernant les HAP, le choix des VTR s'est basé sur la note d'information DGS du 31 octobre 2014, mais aussi sur les préconisations de l'INERIS dans son document DRC-20-180728-00256A version 1 du 17 janvier 2020.

Les composés ne présentant pas de VTR reconnue parmi les bases de données de la note d'information ne seront pas retenus dans l'étude.

6.6 Synthèse des risques résiduels attendus

Annexe 20 : Calcul de l'exposition et du risque– scénario tertiaire

Annexe 21 : Incertitudes des calculs de risques

Scénario	Cibles	QD global	ERI global
CIS	Employé	[0,3 – 0,1]	1,1.10⁻⁰⁵
Valeurs de comparaison		1	1.10⁻⁰⁵

Tableau 10 : Synthèse des risques calculés – scénario tertiaire

Dans le cas du **scénario tertiaire en rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol, avec réutilisation des matériaux issus des noues hors ZPC sur la zone d'étude** :

- les Quotients de Danger (QD) attendus pour les employés sont inférieurs aux valeurs seuils en vigueur ($QD < 1$) ;
- les Excès de Risque Individuels (ERI) attendus pour les employés sont légèrement supérieurs aux valeurs seuils en vigueur ($ERI > 1.10^{-05}$).

Ces calculs ont été réalisés considérant le traitement de l'ensemble des ZPC.

Il est à noter que les conclusions restent valables dans le cas où les ZPC-Cu ne serait pas traitées.

6.7 Discussion des résultats

Les niveaux de risques attendus pour les futurs employés sont majoritairement liés à l'inhalation de vapeurs issues des sols (modélisation depuis des données sols), en particulier du trichloroéthylène (0,21 mg/kg en Ni14 dans les remblais) et du naphtalène (13,6 mg/kg en FC 15 (1,2 m) dans les remblais).

Il est à préciser néanmoins que la modélisation des concentrations dans l'air intérieur des futurs bâtiments à partir de données sols est reconnue pour être particulièrement majorante en termes de transferts. A partir de la concentration dans les sols, la solution de calcul analytique modélise respectivement par

l'intermédiaire d'un facteur de volatilisation la concentration dans l'air du sol puis dans l'air intérieur (cf figure suivante). La réalisation de modélisation à partir de données gaz du sol présente l'avantage d'être plus réaliste en limitant les incertitudes liées au facteur volatilisation sol → air du sol.

Or, dans le cas présent, en l'absence de données gaz du sol au droit ou à proximité immédiate des sondages T11 bis, Ni14 ou FC15, il n'a pas été possible de substituer les données sols par des données gaz du sol davantage représentatives du potentiel de dégazage du milieu souterrain.

MESURES SOL ET EAUX SOUTERRAINES

MESURES DES GAZ DU SOL

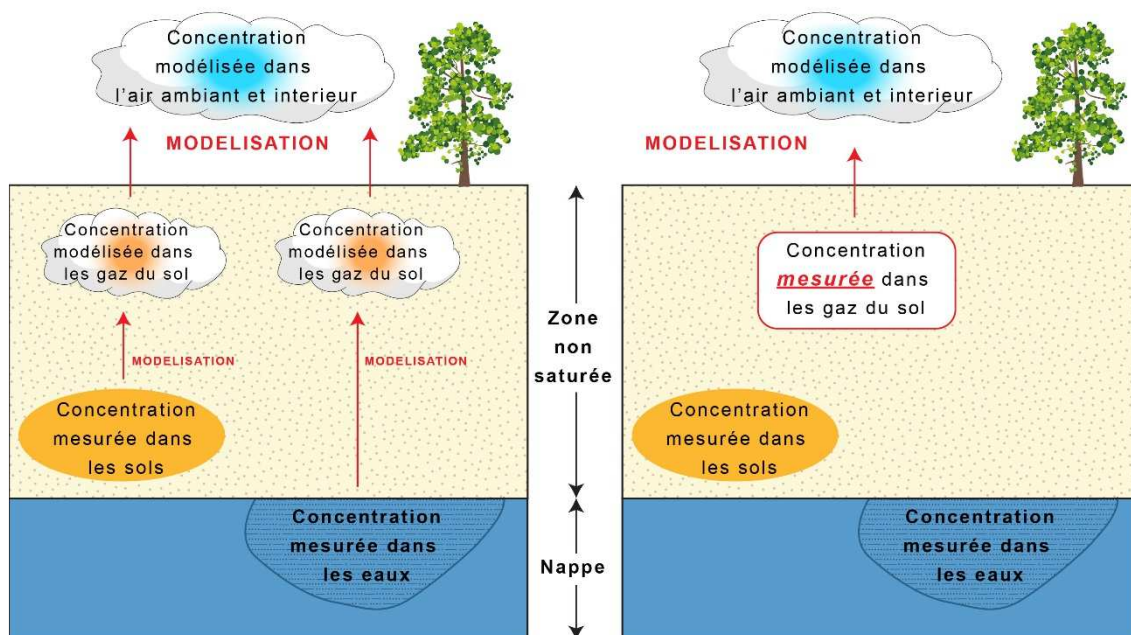


Figure 19 : Modélisation à partir de données sol versus modélisation à partir de données gaz du sol

Ainsi, les niveaux de risques résiduels attendus sont vraisemblablement surestimés pour ces composés présents dans les sols.

6.8 Conclusions sur la compatibilité sanitaire du site avec les usages projetés

Au regard des calculs résiduels attendus réalisés et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site, à l'issue du traitement des pollutions concentrées telles que décrites au chapitre précédent, **sera compatible d'un point de vue sanitaire avec un usage futur de type tertiaire** au rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol, y compris après réemploi des matériaux issus des noues, **sous réserve de s'assurer de l'absence de dégazage de composés volatils au droit de Ni14 ou FC15 par la réalisation de piézairs et le prélèvement de gaz du sol.**

Il est à noter que si la réutilisation des déblais issus de la création des noues a été étudiée et validée d'un point de vue sanitaire pour les échantillons disponibles, il n'en reste pas moins que des impacts divers, ont été mis en évidence dans ces matériaux (notamment HAP, hydrocarbures). Ainsi, il s'agira de privilégier le réemploi des matériaux les plus propres (présentant les concentrations les plus faibles), tandis que ceux assimilables à des pollutions concentrées suivant les critères définis en paragraphe 5.6 en page 56 devront être traités.

Par ailleurs Arcadis rappelle que cette étude sur la possibilité de réemploi des matériaux ne préjuge rien de la faisabilité géotechnique de ce réemploi au regard du projet envisagé.

7 BILAN COÛTS/AVANTAGES

Ce chapitre présente le bilan coûts/avantages des techniques de traitement des pollutions concentrées telles qu'étudiées en chapitre 5.7.

En l'absence de risques sanitaires attendus à l'issue du traitement de ces zones, aucun traitement complémentaire n'a été préconisé.

7.1 Introduction au déroulement de l'étude et limites du bilan coûts/avantages proposé

Le choix des mesures de gestion retenues doit être déduit de l'analyse critique des différentes mesures disponibles en fonction, d'une part, des différents avantages et inconvénients que présentent ces dernières et, d'autre part, des coûts de leur application : c'est le bilan coûts/avantages.

Dans une **première étape**, il s'agit de dresser la liste de toutes les technologies de dépollution disponibles pouvant être appliquées au média donné (ici les sols) et pour un ou plusieurs polluants donnés. Cette liste est complétée par l'étude des avantages et inconvénients de chacune des technologies. A l'issue de cette étape, plusieurs technologies sont retenues, sur la base notamment de critères liés à la technique, au délai, au développement durable ou aux paramètres sociétaux et réglementaires.

Puis, une étude technico-économique des solutions techniques qui ont été retenues au cours de la première étape est effectuée. Sont alors présélectionnées, pour les différentes zones ou les différents scénarios retenus et pour chaque milieu étudié (ici les sols), les technologies jugées les meilleures dans le cadre du bilan coûts/avantages. Les raisons ayant conduit au choix de ces technologies sont précisées.

Les coûts estimés dans le présent bilan coûts/avantages, établi pour les mesures de gestion proposées, ont été calculés sur la base de coûts régulièrement observés sur des opérations similaires auxquelles Arcadis a participé. Néanmoins, il ne s'agit pas d'un devis et Arcadis ne pourra être tenu pour responsable en cas de différences avec les coûts réels. De façon usuelle, il est raisonnable de considérer une incertitude sur ces coûts d'environ 20 à 30 %.

Les différentes techniques permettant de s'affranchir des pollutions concentrées et le bilan coûts/avantages associé sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous.

Les volumes des terres polluées correspondant aux zones sources concentrées ont été déterminés **en fonction des résultats des différentes campagnes de sondages réalisées jusqu'ici**.

En ce qui concerne l'éventuelle évacuation de terres impactées, une fourchette de prix a été calculée pour les coûts suivants :

- coûts associés au transport vers les différents types de centre de traitement ou d'enfouissement pressentis, en fonction de la localisation géographique de ceux-ci ;
- coûts de traitement ou d'enfouissement dans les centres vers lesquels les terres seraient éventuellement dirigées ;
- coûts de remblaiement et/ou de recouvrement par des terres d'apport extérieur saines, les prix variant sensiblement en fonction de la nature des terrains apportés et de la localisation du site ;
- coûts de remblaiement des terres saines du site devant être excavées pour atteindre les terres impactées situées plus en profondeur.

Ces fourchettes comprennent les hypothèses les plus minorantes et les plus majorantes de prix.

7.2 Rappel de quelques données d'entrée complémentaires utiles à la compréhension du bilan coûts/avantages

Nous rappellerons les principaux éléments suivants :

- en l'absence de risques sanitaires résiduels attendus, seul le traitement des ZPC présentées en chapitre 5.7 est étudié dans le cadre du bilan coûts/avantages,
- les superstructures ou infrastructures situées au droit du site seront démolies préalablement à tout travaux de terrassement ;
- les volumes et tonnages associés aux différentes zones impactées dans les sols ont été calculés et sont présentés dans le paragraphe 5.7.2 ;
- les impacts identifiés sont localisés dans une frange de sols où des arrivées d'eau ont été constatées ;
- différentes familles d'impacts ont été identifiées (ETM uniquement ou composés organiques uniquement (hydrocarbures C₁₀-C₄₀/HAP) ou ETM + composés organiques) ;
- Lors de nos interventions, des niveaux d'eau (niveaux non stabilisés) ont fréquemment été constatés à faible profondeur (de l'ordre du mètre) ;
- une partie des zones de pollution concentrée est située dans les zones amiantées ;
- sur la base de l'ensemble de ces arguments développés en paragraphe 5.7.2 en page 57, le traitement des pollutions concentrées en cuivre n'est pas une priorité à ce stade.

Il est rappelé que la méthodologie française donne la priorité à l'élimination des sources de pollution, puis en second lieu à la désactivation des voies de transfert. Les scénarios de gestion doivent par ailleurs présenter des risques résiduels acceptables.

Les seuils de coupure correspondant aux objectifs de réhabilitation sont définis au chapitre 1.1.

7.3 Etude des meilleures technologies de traitement disponibles

Les tableaux suivants listent les différentes solutions de traitement dont il est pertinent d'envisager l'application sur le présent site. Les avantages et inconvénients majeurs sont listés et conduisent à retenir ou non les différentes technologies pour l'étape suivante, correspondant à l'étude technico-économique. Les principaux facteurs conduisant à ne pas retenir une ou plusieurs solutions techniques sont chaque fois précisés.

7.3.1 Approche préliminaire par famille de traitement

Les mesures de gestion envisagées pour les sols peuvent être mises en œuvre au moyen d'un certain nombre de techniques de dépollution, qu'il est possible de regrouper en 4 grandes familles :

- **les traitements hors site** : ces traitements consistent à extraire puis évacuer les matériaux à réhabiliter vers un centre de traitement ou de stockage adapté, extérieur au site impacté ;
- **les traitements sur site** : ces traitements permettent d'extraire par excavation puis de traiter sur le site lui-même les matériaux à réhabiliter ;
- **les traitements in-situ** : ces techniques consistent à traiter les terres en place. Elles ne nécessitent pas d'excavation ;

- **les confinements** : le confinement permet de laisser les terres impactées sur le site, en empêchant leur contact avec les usagers du site et en limitant efficacement la propagation des polluants grâce à une barrière physique étanche : géo membrane, couverture imperméable, paroi au coulis, etc... L'érosion des sols, la percolation de l'eau vers la nappe et le ruissellement sur les terres impactées sont ainsi contrôlés.

Les avantages et inconvénients de chacune des familles de traitements sont illustrés sur Tableau 11.

Les familles de traitement qui ne sont absolument pas adaptées au site étudié, donc non retenues pour la suite, sont colorées en gris.

Tableau 11 : Avantages et inconvénients des différentes techniques de dépollution des sols

Méthodes	Avantages	Inconvénients	Cause du rejet de la famille de traitements
Traitements hors site	<ul style="list-style-type: none">▪ filières de traitement hors site permettent de limiter les risques juridiques à long terme (efficacité et durabilité du traitement)▪ Durée limitée des travaux et donc valorisation ou réutilisation du site plutôt rapide▪ L'acceptation de l'administration vis-à-vis de ces techniques est bonne▪ Rendements excellents au droit du site d'origine, puisque disparation totale de la pollution ciblée	<ul style="list-style-type: none">▪ Dans le cas des stockages en ISD (Installation de Stockage de Déchets), le producteur du déchet reste responsable des déchets enfouis▪ Empreinte environnementale importante (émissions transport / terrassement et absence de valorisation des terres)▪ Simple déplacement géographique de la pollution en cas de stockage en ISD (simple stockage et non traitement)▪ Coût en général plus élevé▪ Nécessite l'apport de terres extérieures pour reboucher les fouilles	
Traitements sur site	<ul style="list-style-type: none">▪ Empreinte environnementale plutôt faible (selon techniques)▪ Coût plus économique, de façon générale, que pour les traitements hors site▪ L'acceptation de l'administration vis-à-vis de ces techniques est bonne▪ Les terres traitées peuvent servir à reboucher les fouilles. Pas ou peu d'apport de terres extérieures	<ul style="list-style-type: none">▪ Suivi analytique à prévoir pour valider le traitement▪ L'efficacité des traitements n'est pas de 100 % et induit un impact résiduel▪ Nécessité de mettre éventuellement en place une gestion juridique des concentrations résiduelles (de type restriction d'usage)▪ Durée plus importante des travaux et par conséquent valorisation ou réutilisation du site plus lente	
Traitements in situ	<ul style="list-style-type: none">▪ Empreinte environnementale faible (sauf traitements thermiques)▪ Coût potentiellement plus économique que les types de traitement précédents (sauf traitements thermiques)▪ L'acceptation de l'administration vis-à-vis de ces techniques est bonne▪ Pas de nécessité d'excaver les sols. Impact sur le site moindre. Techniques favorables notamment lorsque l'activité du site au droit des pollutions doit perdurer pendant le traitement	<ul style="list-style-type: none">▪ Suivi analytique à prévoir pour valider le traitement▪ Traitements peu voire totalement inadaptés en cas de terrains peu perméables ou imperméables (sauf traitements thermiques)▪ L'efficacité des traitements n'est pas de 100 % et induit un impact résiduel▪ Rendements en général plus faibles et teneurs finales plus élevées qu'avec les techniques sur site équivalentes▪ Nécessité de mettre éventuellement en place une gestion juridique des concentrations résiduelles (de type restriction d'usage)▪ Durée importante à très importante des travaux et par conséquent valorisation ou réutilisation du site lente (sauf traitements thermiques)	Non retenue au regard de la faible part des fractions volatiles des composés à traiter
Confinement	<ul style="list-style-type: none">▪ Coûts souvent très performants, notamment lorsque les quantités de terres sont importantes▪ Mise en œuvre des travaux rapide▪ Revalorisation plutôt rapide du terrain▪ Techniques relativement simples et fiables▪ Empreinte environnementale limitée, principalement grâce à la suppression des émissions liées au transport	<ul style="list-style-type: none">▪ Surveillance à mettre en place afin de garantir la pérennité de l'ouvrage▪ Suivi analytique nécessaire (eaux souterraines) pour confirmer le confinement des impacts les plus importants et valider l'efficacité du dispositif▪ Le confinement sur site ne permet pas de s'affranchir de la pollution qui est maintenue en place▪ L'acceptation de l'administration vis-à-vis de ces techniques est incertaine▪ Nécessite de mettre en œuvre des servitudes▪ Nécessite parfois l'apport de terres extérieures pour reboucher les fouilles (cas des alvéoles de stockage notamment)	

A ce stade 3 familles de traitement semblent envisageables. Les techniques associées apparaissent dans le tableau ci-dessous.

7.3.2 Approche par technique à la suite du tri précédent

Dans le tableau ci-dessous, lorsqu'une technologie n'est pas retenue, l'inconvénient majeur est souligné.

Technologie	Définition / Description	Avantages	Inconvénients	Statut
TRAITEMENTS HORS SITE				
Transport et traitement des terres en centre d'incinération	<ul style="list-style-type: none">Excavation, chargement, transport et traitement des terres dans un centre de traitement par incinération (déstructuration du sol sous très haute température (1 200°C))	<ul style="list-style-type: none">Risques juridiques éliminés à long termeMise en œuvre rapideRevalorisation immédiatePossibilité de traiter de très fortes concentrationsPeut intéresser des centres de traitement en cas de forte valeur PCI des terres	<ul style="list-style-type: none">Coûts très élevés (de l'ordre de 190 à 305 €/t hors transport) et peu pertinents lorsque d'autres filières sont possiblesPeu de centres de traitement en France, aucun à proximité immédiate du siteEmpreinte environnementale très peu satisfaisante (transport et énergie consommée)Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouillesExistence de limites d'acceptation (concentrations : S, Cl, PCB, etc...)	Non retenu. D'autres filières moins onéreuses sont possibles
Transport et traitement des terres en centre de désorption thermique	<ul style="list-style-type: none">Excavation, chargement, transport et traitement des terres dans un centre de traitement par incinération (déstructuration du sol sous très haute température (1 200°C))	<ul style="list-style-type: none">Risques juridiques éliminés à long termeMise en œuvre rapideRevalorisation immédiatePossibilité de traiter de très fortes concentrationsPeut intéresser des centres de traitement en cas de forte valeur PCI des terres	<ul style="list-style-type: none">Coûts très élevés (de l'ordre de 190 à 305 €/t hors transport) et peu pertinents lorsque d'autres filières sont possiblesPeu de centres de traitement en France, aucun à proximité immédiate du siteEmpreinte environnementale très peu satisfaisante (transport et énergie consommée)Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouillesExistence de limites d'acceptation (concentrations en S, Cl, PCB, etc...)	Non retenu. D'autres filières moins onéreuses sont possibles
Transport et stockage des terres en ISDD	<ul style="list-style-type: none">Excavation, chargement, transport et stockage des terres vers une ISDD (Installation de Stockage des Déchets Dangereux)	<ul style="list-style-type: none">Mise en œuvre rapideRevalorisation immédiatePossibilité de gérer des concentrations parfois assez élevées	<ul style="list-style-type: none">Bilan environnemental peu favorable (transport)Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouillesIl s'agit seulement d'un stockage. Les terres ne sont pas traitées in fineLe producteur des déchets reste responsable des déchets enfouisImpacts sur le voisinage en raison du trafic routier, du bruit et des émissions d'odeursNe présente aucun intérêt, à technologie équivalente, si l'acceptation en ISDND est possible	Retenue pour les terres amiantées
Transport et stockage des terres en ISDND	<ul style="list-style-type: none">Excavation, chargement, transport et stockage des terres vers une ISDND (Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux)	<ul style="list-style-type: none">Mise en œuvre rapideRevalorisation immédiate	<ul style="list-style-type: none">Bilan environnemental peu favorable (transport)Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouillesIl s'agit seulement d'un stockage. Les terres ne sont pas traitées in fineExistence de limites d'acceptation sur certaines substances non compatibles avec les concentrations du siteLe producteur des déchets reste responsable des déchets enfouisImpacts sur le voisinage en raison du trafic routier, du bruit et des émissions d'odeurs	Retenue, hors terres amiantées pour les ETM
Transport et traitement physico-chimique hors site	<ul style="list-style-type: none">Excavation, chargement, transport et traitement des terres vers un centre de traitement physico chimique	<ul style="list-style-type: none">Risques juridiques éliminés à long termeMise en œuvre rapideRevalorisation immédiateSeuils d'acceptation élevés pour les ETM	<ul style="list-style-type: none">Bilan environnemental peu favorable (transport)Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouillesPeu adapté aux fortes concentrations en produits organiquesImpacts sur le voisinage en raison du trafic routier, du bruit et des émissions d'odeurs	Retenue, hors terres amiantées, pour l'ensemble des composés

Technologie	Définition / Description	Avantages	Inconvénients	Statut
Transport et traitement des terres en biocentre	<ul style="list-style-type: none">Excavation, chargement, transport et traitement des terres vers un centre de traitement biologique	<ul style="list-style-type: none">Risques juridiques éliminés à long termeMise en œuvre rapideRevalorisation immédiate	<ul style="list-style-type: none">Bilan environnemental peu favorable (transport)Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouillesExistence de limites d'acceptation sur certaines substances (concentrations en ETM notamment)Valable uniquement pour des pollutions par produits organiquesImpacts sur le voisinage en raison du trafic routier, du bruit et des émissions d'odeurs	Retenue, hors terres amiantées, pour les HAP et HCT (sous réserve de l'acceptation des ETM)
TRAITEMENTS SUR SITE				
Traitement biologique sur site – Landfarming ou biopile	<ul style="list-style-type: none">Optimisation des conditions de biodégradation aérobie des sols par apport d'oxygène et de nutriments	<ul style="list-style-type: none">Procédé « écologique »Ne nécessite pas d'autorisation spécifiquePermet de reboucher les fouilles avec les terres traitéesBilan environnemental très favorable (peu énergivore – pas de transport)	<ul style="list-style-type: none">Durée de traitement importanteRevalorisation décalée dans le tempsNécessite de disposer de surfaces disponibles importantesOblige à laisser la fouille ouverte (et protégée) pendant une période de plusieurs moisValable uniquement pour des composés organiques suffisamment biodégradables et en concentrations raisonnablesValable uniquement pour des contaminations par produits organiquesImpacts sur le voisinage en raison du bruit et des émissions d'odeursAugmentation du volume de matériaux en raison de l'ajout d'agents structurants notamment. Problème éventuel de survolumes lors du remblaiement	Retenue pour les ZPC en HCT et HAP, hors terres amiantées
Désorption thermique sur site (passage des terres dans un four)	<ul style="list-style-type: none">Chauffage des terres et volatilisation des composés cibles par passage dans un four, au moyen d'une unité mobile de désorption thermique installée sur le site.	<ul style="list-style-type: none">Rendement épuratoire très élevé Concentrations résiduelles usuellement faibles dans les terres traitéesPermet de reboucher les fouilles avec les terres traitéesDurée de traitement relativement rapideNe nécessite pas de dossier administratif pour l'exploitation de l'unité ou tout au plus un simple dossier de déclaration (puissance comprise entre 2 et 20 MW)	<ul style="list-style-type: none">Nécessite de disposer de surfaces disponibles importantesOblige à laisser la fouille ouverte (et protégée) pendant la période des travauxNécessite un suivi analytique poussé (rejets gazeux notamment)Les terres traitées ne peuvent pas être directement réutilisées pour un usage agricole (absence quasi-totale de matière organique notamment)Empreinte environnementale très peu favorable (énergie)Ne concerne exclusivement que les composés organiques et les cyanuresImpacts sur le voisinage en raison du bruit et des émissions d'odeursTechnique non rentable pour des quantités de terres inférieures à 10 000 tonnes	Non retenue
Traitement thermique sur site (en tertres)	<ul style="list-style-type: none">Le chauffage des terres et la volatilisation des composés cibles s'opèrent au sein d'un andain aménagé sur site, après excavation	<ul style="list-style-type: none">Rendement épuratoire très élevé Concentrations résiduelles usuellement faibles dans les terres traitéesPermet de reboucher les fouilles avec les terres traitéesDurée de traitement relativement rapideNe nécessite pas de dossier administratif pour l'exploitation de l'unité ou tout au plus un simple dossier de déclaration (puissance comprise entre 2 et 20 MW)	<ul style="list-style-type: none">Nécessite de disposer de surfaces disponibles importantesOblige à laisser la fouille ouverte (et protégée) pendant la période des travauxNécessite un suivi analytique poussé (rejets gazeux notamment)Les terres traitées ne peuvent pas être directement réutilisées pour un usage agricole (absence quasi-totale de matière organique notamment)Empreinte environnementale très peu favorable (énergie)Ne concerne exclusivement que les composés organiques et les cyanuresImpacts sur le voisinage en raison du bruit et des émissions d'odeursTechnique non rentable pour des quantités de terres inférieures à 10 000 tonnes	Non retenue

Technologie	Définition / Description	Avantages	Inconvénients	Statut
Traitement physico-chimique sur site	<ul style="list-style-type: none">Lavage à l'eau après tri granulométrique. Transfert des contaminants vers la phase aqueuse (ou la solution extractante) traitée par la suite. Afin d'augmenter les transferts des polluants des particules fines vers les eaux, il est couramment fait usage d'ajouts des agents chélatants (action par chélation), d'ajustement de pH, d'ajouts de surfactants.	<ul style="list-style-type: none">Durée de traitement relativement courteTraitement valable pour de nombreuses familles de composés (HCT lourd, HCTH léger, COHV, Explosifs et composés pyrotechniques, Dioxines/Furanes, HAP, Métaux/Métalloïdes, Pesticides/Herbicides, PCB...Rendement épuratoire très élevé Concentrations résiduelles usuellement faibles dans les terres traitéesPermet de reboucher les fouilles avec les terres traitéesEmpreinte environnementale satisfaisante (bilan énergétique)	<ul style="list-style-type: none">Nécessite de disposer de surfaces disponibles importantesOblige à laisser la fouille ouverte (et protégée) pendant la période de traitementImpacts sur le voisinage en raison du bruit	Retenue pour l'ensemble des composés, hors terres amiantées
Inertage sur site	<ul style="list-style-type: none">Stabilisation/solidification du matériau par malaxage avec du ciment, de la chaux et éventuellement d'autres composés réactifs non toxiques	<ul style="list-style-type: none">Permet de reboucher les fouilles avec les matériaux stabilisésDurée de traitement relativement rapideEmpreinte environnementale satisfaisante (bilan énergétique)	<ul style="list-style-type: none">Revalorisation décalée dans le tempsNécessite de disposer de surfaces disponibles importantesOblige à laisser la fouille ouverte (et protégée) pendant la durée des travauxLes matériaux remis en place sont très compacts après maturation et ne permettent pas tous les usagesAugmentation du volume de matériaux en raison de l'ajout des agents inertants. Problème éventuel de survolumes lors du remblaiement	Non retenue
CONFINEMENT				
Confinement in-situ	<ul style="list-style-type: none">Création autour des déchets/sols pollués de voiles périphériques et de barrières horizontales permettant de limiter/empêcher la migration des substances polluantes, sans excavation des matériaux	<ul style="list-style-type: none">Pas d'excavationNe nécessite pas d'autorisation spécifiqueMise en œuvre assez rapideEmpreinte environnementale moyenne à bonne	<ul style="list-style-type: none">Ne permet pas de s'affranchir de la pollution qui est maintenue en place, et donc de la responsabilité juridique associéeRevalorisation immobilière potentiellement décalée dans le tempsMaintenance à envisager afin de garantir la pérennité de l'ouvrage et suivi analytique longAcceptation par l'administration incertaineMise en place de servitudesZone de confinement en général immobilisée (pas d'activité possible)	Non retenue
Confinement sur site	<ul style="list-style-type: none">Excavation des sols et isolement de ceux-ci à l'intérieur d'une alvéole, avec protection par des membranes du milieu extérieur.	<ul style="list-style-type: none">Ne nécessite pas d'autorisation spécifiqueMise en œuvre assez rapideEmpreinte environnementale moyenne à bonneL'alvéole peut se fondre dans l'environnement (profilée et engazonnée)	<ul style="list-style-type: none">Ne permet pas de s'affranchir de la pollution qui est maintenue en place, et donc de la responsabilité juridique associéeRevalorisation immobilière potentiellement décalée dans le temps, au moins au droit de l'alvéoleNécessité de création d'une zone de stockage des matériaux sur laquelle aucune activité n'est possibleMaintenance à envisager afin de garantir la pérennité de l'ouvrage et suivi analytique longAcceptation par l'administration incertaineMise en place de servitudesAugmentation du volume de matériaux en raison de l'ajout d'agents structurants notamment. Problème éventuel de survolumes lors du remblaiement	Retenue pour les ETM et les terres amiantées

Tableau 12 : Avantages et inconvénients des techniques de traitement des sols utilisables dans le cadre du présent projet

Compte tenu des informations et paramètres listés ci-dessus, Arcadis a retenu comme meilleures technologies disponibles les méthodes de traitement ou d'enfouissement suivantes :

- **transport et stockage des terres en ISDD (matériaux amiantés) ;**
- **transport et stockage des terres en ISDND (ETM) ;**
- **transport et traitement des terres en biocentre (hydrocarbures, HAP) ;**
- **transport et traitement physico-chimique hors site (ETM, HCT, HAP) ;**
- **traitement biologique sur site (HCT, HAP) ;**
- **traitement physico-chimique sur site (ETM, HCT, HAP) ;**
- **confinement sur site (ETM, matériaux amiantés).**

7.3.3 Descriptif technique simplifié des technologies présélectionnées (sols)

Transport et stockage en ISDD

Cette solution consiste, après excavation sélective, chargement et transport, à stocker les terres sur un site de stockage agréé (Installation de Stockage de Déchets Dangereux). Ces sites de stockage sont notamment susceptibles de recevoir des terres amiantées.

Transport et stockage en ISDND

Cette solution consiste, après excavation sélective, chargement et transport, à stocker les terres sur un site de stockage agréé (Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux). Ces sites de stockage sont susceptibles de recevoir des terres polluées dont les concentrations sont modérées et dont les composés chimiques ne sont pas hautement toxiques.

Transport et traitement en biocentre

Cette solution consiste, après excavation sélective, chargement et transport, à traiter les terres biologiquement sur un centre spécialisé agréé.

Transport et traitement physico-chimique sur site ou hors site

Le lavage à l'eau est un procédé couramment employé après le tri granulométrique. Les contaminants adsorbés sur les particules fines, préalablement séparés des particules grossières, sont transférés vers la phase aqueuse (ou la solution extractante). Cette solution polluée est par la suite traitée. Afin d'augmenter les transferts des polluants des particules fines vers les eaux, il est couramment fait usage d'ajouts des agents chélatants, d'ajustement de pH, d'ajouts de surfactants (on parle alors de mise en solution et extraction chimique).

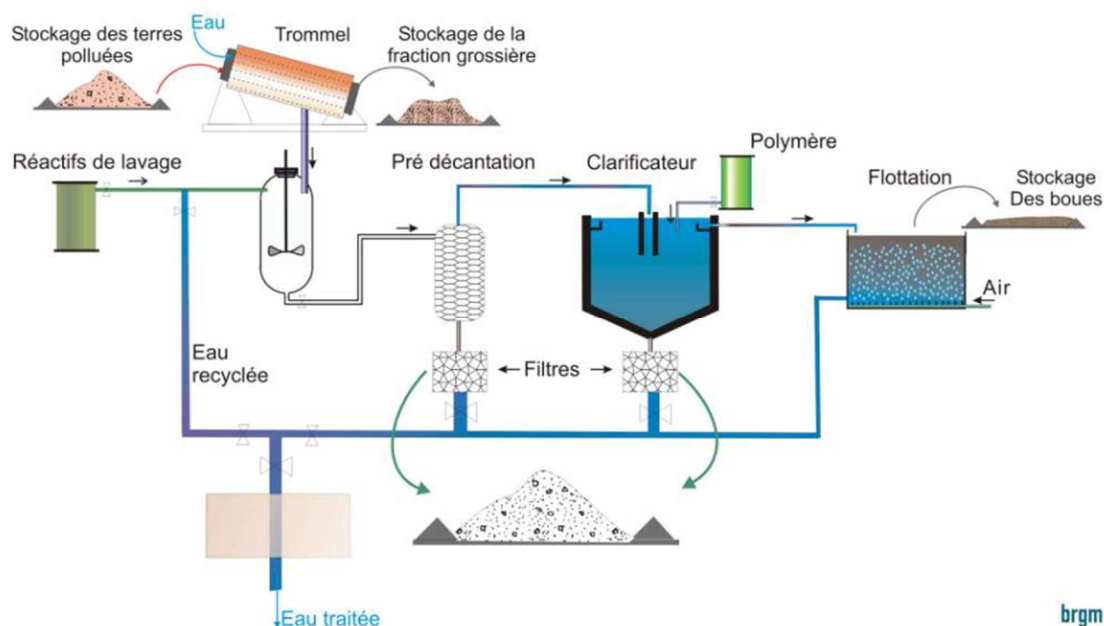


Figure 20 : Schéma de principe du lavage sur site ou hors site (source : BRGM)

Dans le cas d'un traitement hors site cette solution consiste, après excavation sélective, chargement et transport, à traiter les terres sur un centre spécialisé agréé.

Traitement biologique sur site

Cette solution consiste, après excavation sélective, à traiter les terres biologiquement sur le site lui-même, après constitution d'un tas de terre structuré (nommé biotierre, biopile ou andain). L'apport d'oxygène est assuré par l'aspiration ou le soufflage permanent d'air atmosphérique à l'intérieur du tas, par l'intermédiaire d'un réseau de drains.

Une alternative, nommée landfarming, consiste à étaler les terres par couches de faible épaisseur, puis à les brasser régulièrement (aération mécanique).

Les terres à traiter sont séparées des terres propres sous-jacentes par un dispositif étanche (membrane PEHD en général). Des analyses sont effectuées à intervalles réguliers pour observer la décroissance des concentrations.

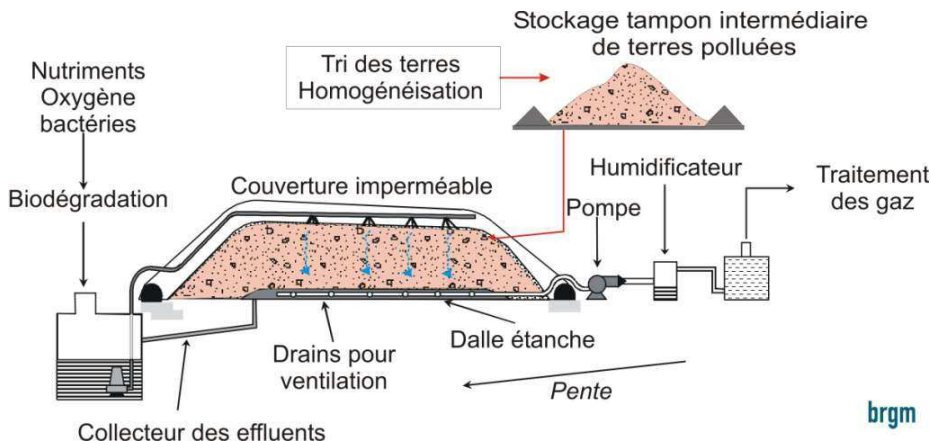


Figure 21: Procédé de traitement en biotierre (source : BRGM)

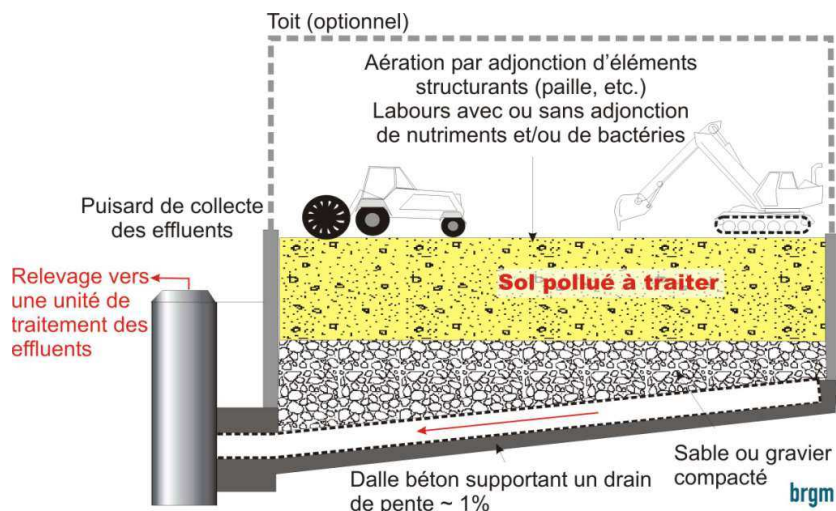


Figure 22: Procédé de traitement en landfarming (source : BRGM)

Confinement sur site

Le confinement sur site consiste à isoler, après excavation des sols, les matériaux polluants de leur environnement immédiat.

Après excavation sélective des matériaux impactés, ceux-ci sont placés dans une alvéole, constituée en dessus et au-dessous, de membranes PEHD soudées entre elles et reposant éventuellement sur des géotextiles. Des événements sont parfois posés en cas de présence de composés volatils.

Des ouvrages piézométriques sont en général mis en œuvre autour de la structure ainsi constituée, de façon à valider l'absence d'impact.

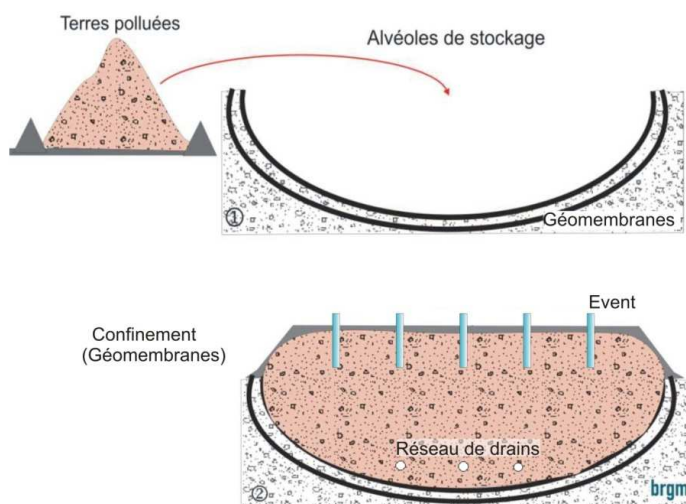


Figure 23: Procédé de traitement par confinement sur site (source : BRGM)

7.3.4 Discussion des avantages et inconvénients des différentes techniques pressenties (hors critère économique)

Les technologies pressenties peuvent dans un premier temps être comparées sur la base d'un certain nombre de facteurs importants pour le bilan coûts/avantages, tels que l'empreinte environnementale avec, de façon plus spécifique l'énergie consommée ou les transports nécessaires, mais aussi les facteurs réglementaires, les facteurs sanitaires ou les facteurs sociaux.

La comparaison des technologies hors site entre elles (excavation et envoi en ISDND, biocentre ou traitement par procédé physico-chimique) amène les éléments de réflexion suivants :

- l'intérêt du traitement par rapport au stockage plaide en faveur du traitement physico-chimique et du biocentre ;
- les terres issues de traitements en biocentre et physico-chimiques sont revalorisables ;
- les filières ISDND, biocentre, ou filière de traitement physico-chimique ne sont pas trop éloignées du chantier et n'entraînent pas de contraintes vis-à-vis du transport.

Concernant les traitements sur site (physicochimique et biologique), la comparaison des techniques entre elles amènent aux conclusions suivantes :

- la technique par lavage (physico-chimique) est celle présentant la durée de traitement la plus courte, et permettant ainsi une réutilisation des terres et une reconversion du site plus rapide ;
- la technique par lavage présente l'avantage de traiter l'ensemble des composés en présence dans les zones de pollution concentrée, y compris les composés peu dégradables et récalcitrants aux autres techniques de dépollution, avec un rendement épuratoire proche de 95%.

Le traitement physico-chimique par lavage est proposé à la fois sur site et hors site. Le traitement sur site présente plusieurs avantages par rapport à la version hors site (pas de trafic lié à l'évacuation de terres hors site ; réutilisation des matériaux dépollués et absence de recours à des terres d'apport pour le remblayage, pour l'excédent de terres qui serait traitées sur site, la possibilité d'être potentiellement valorisée hors site ou envoyée hors site dans des filières moins coûteuses), mais la mise en place des installations sur site peut s'avérer coûteuse si les volumes à traiter ne sont pas suffisants pour amortir les coûts, et peut induire des nuisances pour le voisinage, qui sont également à gérer.

Concernant le confinement sur site, Arcadis rappelle que conformément à la méthodologie nationale en vigueur, les mesures de confinement « *ne doivent être envisagées que lorsqu'aucun traitement n'est possible (multiplicité des polluants, quantités en jeu importantes, absence d'enjeu à protéger...* », et que « *en aucun cas, le confinement ne peut concerner des sols, des eaux ou des matières polluées provenant d'autres sites ou d'autres lieux sans lien avec l'origine de la pollution* ».

Dans le cas présent, il ne devrait donc être envisagé que si l'excavation et l'évacuation hors site de la totalité des zones de pollutions concentrées n'était pas envisageable d'un point de vue technique ou économique, de même que les traitements sur site.

Au vu de la multiplicité des ZPC et de leur nature variée en termes de polluants, le confinement pourrait être envisagé pour les composés peu ou pas mobiles, comme les ETM et l'amiante. Compte-tenu des incertitudes actuelles sur les volumes de terres polluées à traiter, du fait des délimitations majorantes, il est prématuré à ce stade de choisir de façon ferme une solution de confinement, notamment sous prétexte de quantités en jeu importantes. Cette solution ne peut toutefois pas non plus être exclue définitivement, mais n'est pas la solution à privilégier à ce stade des connaissances.

7.3.5 Evaluation économique des solutions pressenties

7.3.5.1 Hypothèses de base concernant les technologies hors site

Pour certaines des technologies retenues, les terres présentant des concentrations supérieures aux objectifs de dépollution sont excavées et évacuées vers un centre de stockage agréé.

On notera que chaque centre (ISDND, ISDD, biocentre, etc...) est soumis à un arrêté préfectoral appliquant des valeurs seuils particulières qui ne sont pas nécessairement les mêmes que celles proposées par la FNADE ou définies dans les guides.

On rappellera que cette étude ne concerne que des zones présentant notamment un impact supérieur aux critères d'acceptation en ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes). Néanmoins, Arcadis rappelle qu'en ce qui concerne la gestion de déblais éventuels dans d'autres zones du site, les ISDI refusent systématiquement les terres si ces dernières présentent des indices organoleptiques de pollution (odeur, couleur) et ce, quels que soient les résultats d'analyses, ou si leur aspect est jugé douteux. En conséquence, Arcadis ne pourra être tenu pour responsable en cas de variations entre les estimations présentées ci-dessous et les destinations finales réellement retenues.

Les coûts estimatifs prennent notamment en considération les éléments suivants :

- La préparation du chantier (type PGC, PPSPS, organisation des camions en fonction des cadences supposées d'excavation directement dépendante de la société retenue...) ;
- Une évacuation de 100 m³ soit 180 tonnes par jour (7 camions), compte tenu de la taille du chantier. C'est une cadence réalisable mais dépendant du site et des capacités d'acceptation du centre de traitement ;
- Un suivi par un technicien spécialisé ;
- Le transport des terres ;
- Le traitement des terres, y compris la TGAP² ;
- Le remblaiement de la fouille par des terrains d'apport sains ;
- Le démantèlement et le nettoyage du chantier ;
- La remise d'un rapport final.

Ils ne prennent pas en considération, notamment, les éléments suivants :

- Le démantèlement et l'enlèvement de cuves, tuyauteries et l'évacuation de ces structures en filières adaptées ;
- la gestion de la problématique amiante, que ce soit en phase chantier (excavation/tri) ou en termes de filières
- La mise en place d'une aire de séchage des terres excavées avant évacuation ;
- La démolition des superstructures et infrastructures présentes sur le site ;
- L'évacuation de matériaux de démolition tels blocs de béton, ferrailles, plastiques ou autres et notamment l'éventuel refus de ces matériaux en ISDI ;

² Taxe Générale sur les Activités Polluantes

- La réalisation des travaux en dehors des plages usuelles (en semaine, de 8h00 à 18h00) ;
- Le rabattement de la nappe et un éventuel traitement de cette dernière ;
- Tout soutènement provisoire des parois des fouilles ;
- Tout compactage soigné pour atteindre des objectifs en termes de critères géotechniques ;
- La réalisation des excavations sous tente pour la gestion des éventuelles odeurs et nuisances ;
- L'évacuation et la prise en charge de terres propres.

Remarque : lors des travaux d'excavation des terres polluées, l'entreprise retenue devra obtenir un certificat préalable d'acceptation (CAP) auprès de la filière retenue, **préalablement à l'évacuation des terres contaminées** ; l'obtention d'un tel certificat nécessite des analyses complémentaires sur un ou plusieurs échantillons représentatifs des terres à traiter, qui n'ont pas été réalisées lors de cette étude.

Pour information, les analyses nécessaires à minima (à définir selon l'arrêté préfectoral en vigueur) pour l'obtention d'un CAP sont :

- **Sur brut :** Hydrocarbures totaux, HAP (16), PCB, BTEX, Indice phénol, chrome hexavalent (CrVI),
- **Sur lixiviat :** Arsenic, Cadmium, Chrome total, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Zinc, Cyanure libre.

Les coûts estimés ci-dessous, sur la base des mesures de gestion proposées, ont été établis à partir des coûts régulièrement observés sur des opérations similaires auxquelles Arcadis a participé.

7.3.5.2 Hypothèses de base concernant les technologies sur site

Les estimations financières présentées ci-dessous ont été effectuées sur la base d'un certain nombre d'hypothèses, dont certaines présentent des incertitudes importantes compte tenu des données connues à ce jour.

Les coûts prennent en considération les éléments suivants :

- La préparation du chantier (type PGC, PPSPS, ...) ;
- La réalisation des ouvrages nécessaires au traitement ;
- L'installation, la location et la maintenance des équipements de traitement ;
- La fourniture de l'air comprimé en cas de besoin ;
- Les analyses de suivi ;
- La destruction des composés collectés et des déchets générés (charbon actif) ;
- L'ingénierie du traitement ;
- Le démantèlement et le nettoyage du chantier ;
- La remise d'un rapport final.

Ils ne prennent pas en considération, notamment, les éléments suivants :

- Le démantèlement et l'enlèvement de cuves, tuyauteries et l'évacuation de ces structures en filières adaptées ;

- la gestion de la problématique amiante, que ce soit en phase chantier (excavation/tri) ou en termes de filières ;
- La réalisation des excavations sous tente pour la gestion des éventuelles odeurs et nuisances ;
- La réalisation de tests pilote ;
- La mise en place d'une aire de séchage des terres excavées avant traitement ;
- La démolition des superstructures et infrastructures présentes sur le site ;
- L'évacuation de matériaux de démolition tels blocs de béton, ferrailles, plastiques ou autres et notamment l'éventuel refus de ces matériaux en ISDI ;
- La réalisation des travaux en dehors des plages usuelles (en semaine, de 8h00 à 18h00) ;
- Le rabattement de la nappe et un éventuel traitement de cette dernière ;
- Tout soutènement provisoire des parois des fouilles ;
- Tout compactage soigné pour atteindre des objectifs en termes de critères géotechniques ;
- L'évacuation et la prise en charge de terres propres.

7.3.5.3 Hypothèse de base concernant le confinement sur site

Les coûts estimés à ce stade sont informatifs et basés sur notre retour d'expérience.

Cependant, le dimensionnement d'un confinement par encapsulation en alvéole relève d'un travail d'ingénierie en aval des essais de faisabilité.

Les données nécessaires au dimensionnement concernent à la fois les aspects géotechniques et environnementaux :

- les aspects géotechniques (afin de s'assurer de la tenue des terrains) :
 - la teneur en eau naturelle,
 - les limites d'Atterberg,
 - les essais triaxiaux et de cisaillement,
 - les essais pressiométriques,
 - les essais au pénétromètre dynamique,
 - les essais de perméabilité,
 - les essais à la plaque,
- les aspects environnementaux pour les eaux souterraines et superficielles :
 - l'impact du stockage actuel et à long terme (sous-produits de dégradation),
 - la compatibilité chimique de la nature de la barrière passive avec les polluants,
 - l'estimation et la vérification de la perméabilité de la couverture de surface : bilan hydrique, perméabilité équivalente, mesures de contrôle de la bonne mise en place,
 - l'estimation et la vérification de la perméabilité de l'encapsulation (flancs et fond) : bilan hydrique, perméabilité équivalente, mesures de contrôle de la bonne mise en place,
 - l'estimation et la vérification de la perméabilité de la barrière passive (radier et flanc) : perméabilité équivalente, mesures de contrôle de la bonne mise en place,
 - l'estimation et la vérification de la production et de la qualité des lixiviats :
 - le drainage et la gestion des eaux superficielles (bassin d'eaux pluviales éventuellement),

- les données nécessaires à la gestion des lixiviats et au traitement (on site, in situ, ex situ si nécessaire),
- les aspects environnementaux pour l'air :
 - l'impact du stockage actuel et à long terme (sous-produits de dégradation),
 - l'estimation et la vérification de la production et de la qualité des gaz :
 - le drainage (passif, actif avec dépression),
 - le traitement (sur site).

L'investissement initial est peu important. Il est notamment lié à l'ouvrage de confinement à mettre en place et aux différents travaux et aménagements qui peuvent être nécessaires.

Le confinement nécessite une maintenance importante afin de garantir la pérennité de l'ouvrage.

Un suivi analytique est nécessaire afin de prévenir toute dispersion de la pollution.

7.3.5.4 Estimations financières des différentes techniques pressenties sur la base des seuils de coupure proposés

Le tableau ci-dessous présente les coûts estimatifs des prestations de traitement des sols en fonction des technologies ou combinaisons de technologies présélectionnées. Ces coûts, en lien avec les mesures de gestion proposées, ont été calculés sur la base de l'expérience d'opérations similaires auxquelles Arcadis a participé et sur la base de dimensionnements spécifiques au présent site (études de coûts dédiées). Rappelons en effet qu'Arcadis réalise en propre des opérations de travaux de réhabilitation.

Compte tenu des incertitudes inhérentes à un tel exercice, les coûts prennent en compte systématiquement un scénario minimal et un scénario maximal.

Rappelons que les matériaux impactés sont parfois situés sous une épaisseur de terres propres qu'il faudra préalablement excaver et qu'il faudra ensuite remettre en place. Ces volumes de terres propres à excaver et à remblayer ont été estimés sur la base des données contenues dans le rapport de diagnostic.

Le tableau des estimations financières est fourni ci-après.

Dans la mesure où le traitement des ZPC en cuivre (ZPC-Cu) n'a pas été jugé prioritaire (compte tenu des concentrations en présence, de la toxicologie du composé et de l'absence de migration vers les eaux souterraines notamment), il a été réalisé en première approche une estimation financière des coûts de traitement y compris les ZPC-Cu, et dans une seconde approche, ces mêmes estimations sans les ZPC-Cu.

Globalement, les coûts varient de 25% en moyenne par la prise en compte (ou non) du traitement des ZPC-Cu.

L'impact financier non négligeable vient s'ajouter aux arguments précédents justifiant que le traitement des ZPC-Cu n'est pas jugé prioritaire dans le cadre de la réhabilitation et du réaménagement du site.

Par ailleurs, pour rappel, dans la mesure où il existe des incertitudes importantes notamment sur les ZPC-ETM et que ces ZPC-ETM représentent la majeure partie du volumes de terres impactées à traiter, il est proposé dans la suite de l'étude un scénario dit « optimiste » en termes de volumes où à chaque ZPC ETM peu délimitée serait appliquée une surface impactée de 100 m² (10 x 10 m).

		TOTAL ZPC		ZPC sans ZPC-CU		ZPC sans ZPC-CU - optimiste	
		coûts estimés min	coûts estimés max	coûts estimés min	coûts estimés max	coûts estimés min	coûts estimés max
hypothèse - traitement 100 % hors site 1							
Transport et stockage des terres en ISDD	terres amiantées	690 000.00 €	870 000.00 €	500 000.00 €	630 000.00 €	500 000.00 €	630 000.00 €
Transport et traitement physico-chimique hors site	TOUT, hors terres amiantées	2 570 000.00 €	2 960 000.00 €	1 920 000.00 €	2 210 000.00 €	790 000.00 €	910 000.00 €
		3 260 000.00 €	3 830 000.00 €	2 420 000.00 €	2 840 000.00 €	1 290 000.00 €	1 540 000.00 €
hypothèse - traitement 100 % hors site 2							
Transport et stockage des terres en ISDD	terres amiantées	690 000.00 €	870 000.00 €	500 000.00 €	630 000.00 €	500 000.00 €	630 000.00 €
Transport et stockage des terres en ISDND	ETM hors terres amiantées	2 670 000.00 €	3 080 000.00 €	1 780 000.00 €	2 050 000.00 €	210 000.00 €	250 000.00 €
Transport et traitement des terres en biocentre	HAP et HCT, hors terres amiantées	650 000.00 €	750 000.00 €	650 000.00 €	750 000.00 €	650 000.00 €	750 000.00 €
		4 010 000.00 €	4 700 000.00 €	2 930 000.00 €	3 430 000.00 €	1 360 000.00 €	1 630 000.00 €
hypothèse - traitement 100 % sur site + évacuation terres amiantées							
Traitement physico-chimique sur site	TOUT, hors terres amiantées	1 750 000.00 €	2 020 000.00 €	1 740 000.00 €	2 010 000.00 €	780 000.00 €	900 000.00 €
Transport et stockage des terres en ISDD	terres amiantées	690 000.00 €	870 000.00 €	500 000.00 €	630 000.00 €	500 000.00 €	630 000.00 €
		2 440 000.00 €	2 890 000.00 €	2 240 000.00 €	2 640 000.00 €	1 280 000.00 €	1 530 000.00 €
hypothèse - traitement orga sur site 1 + hors site pour le reste							
Traitement biologique sur site – Landfarming ou biopile	HCT et HAP, hors terres amiantées	460 000.00 €	530 000.00 €	460 000.00 €	530 000.00 €	460 000.00 €	530 000.00 €
Transport et traitement physico-chimique hors site	ETM hors terres amiantées	1 940 000.00 €	2 240 000.00 €	1 280 000.00 €	1 480 000.00 €	150 000.00 €	180 000.00 €
Transport et stockage des terres en ISDD	terres amiantées	690 000.00 €	870 000.00 €	500 000.00 €	630 000.00 €	500 000.00 €	630 000.00 €
		3 090 000.00 €	3 640 000.00 €	2 240 000.00 €	2 640 000.00 €	1 110 000.00 €	1 340 000.00 €
hypothèse confinement ETM et amiante + hors site							
Confinement sur site	ETM et terres amiantées	2 190 000.00 €	2 740 000.00 €	1 480 000.00 €	1 850 000.00 €	360 000.00 €	450 000.00 €
Transport et traitement des terres en biocentre	HAP et HCT, hors terres amiantées	650 000.00 €	750 000.00 €	650 000.00 €	750 000.00 €	650 000.00 €	750 000.00 €
		2 840 000.00 €	3 490 000.00 €	2 130 000.00 €	2 600 000.00 €	1 010 000.00 €	1 200 000.00 €

Tableau 13 : Estimations financières des différentes méthodes retenues pour le traitement des sols avec et sans traitement des ZPC-Cu

Selon les scénarios de traitement évalués, les coûts estimés à ce stade (sans traitement des ZPC-Cu) se situent entre 2 130 k€ et 3 430 k€ HT. Selon des hypothèses très optimistes sur les surfaces impactées en ETM (100 m² par ZPC), les coûts seraient alors compris entre 1 010 k€ et 1 630 k€. Ces hypothèses devront être confirmées par des investigations de dimensionnement des ZPC.

La combinaison de traitements la moins onéreuse est celle consistant en une excavation des ZPC puis un confinement sur site des ZPC amiantées et ETM, et un envoi en biocentre des terres présentant des ZPC en HCT et HAP (sous réserve d'acceptation des teneurs en métaux), pour des coûts estimés entre 2 130 k€ et 2 600 k€ HT (voire 1 010 k€ à 1 200 k€ dans le cas des hypothèses optimistes sur les surfaces des ZPC ETM). A noter que 70% environ de ces coûts seraient liés au confinement des terres (ZPC ETM et amiante, soit environ 12 630 T de matériaux estimés à ce stade dans le cas pessimiste).

La combinaison de traitements la plus onéreuse est celle consistant en une excavation des ZPC puis un envoi hors site (ISDD, ISDND et biocentre) des terres impactées, pour des coûts estimés entre 2 930 k€ et 3 430 k€ HT (voire 1 360 k€ à 1 630 k€ dans le cas des hypothèses optimistes sur les surfaces des ZPC ETM). A noter que près de 60 % de ces coûts seraient liés à l'envoi en ISDND des terres impactées en ETM -hors ZPC-Cu dans le cas pessimiste).

Les coûts des 2 combinaisons de traitement sur site (physico-chimique ou biologique) +traitement hors site des terres amiantées, sont similaires (2 240 k€ à 2 640 k€ HT dans le cas pessimiste). Dans le cas des hypothèses optimistes sur les surfaces des ZPC ETM, ces coûts diffèrent ; la technique la plus économe serait le traitement biologique sur site (1 280 k€ à 1 530 k€)

Il est à noter que le traitement des terres amiantées en ZPC (*volumes estimés à ce stade, mais qui pourraient évoluer au fil des investigations complémentaires à venir*) dont le volume représente 4% des ZPC (hors ZPC-Cu) (soit 446 m³ ou 802 T de ZPC amiantées, pour 10 141 m³ ou 18 253 T de ZPC globale – hors ZPC-Cu) représente 17 à 24 % des coûts de traitement estimés selon les combinaisons de techniques étudiées, dans le cas pessimiste.

La plupart des impacts ETM (notamment en zinc et en plomb) pourraient être délimités plus finement. Ainsi, le volume de terres impactées et les surcoûts associés se verraient diminuer le cas échéant.

Ces coûts doivent donc être considérés comme indicatifs à ce stade, car fortement dépendants des volumes à orienter vers les différents traitements. Non seulement ces coûts pourront très vraisemblablement être revus à la baisse, mais les traitements les plus avantageux d'un point de vue technico-économique pourraient également évoluer à l'issue de la révision des volumes à traiter et des coûts associés.

Enfin, la faisabilité de certaines techniques (comme le traitement physico-chimique et le traitement biologique sur site) reste à vérifier par la réalisation d'essais pilote par exemple. Les résultats de ces essais de faisabilité pourraient également faire évoluer le bilan coûts/avantages.

7.3.6 Discussion sur les technologies

Le tableau ci-après précise les avantages et inconvénients des différentes techniques les unes par rapport aux autres, notamment en fonction des données du site.

Méthode de traitement	Avantages	Inconvénients
Excavation, transport et stockage/traitement hors site	<ul style="list-style-type: none"> - Disparition totale de la pollution - Proximité des filières - Revalorisation possible des terres traitées - Facilité de mise en œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût du traitement - Augmentation ponctuelle du flux routier - Bilan carbone défavorable - Consommation importante de ressources naturelles (terres pour le remblayage)

Méthode de traitement	Avantages	Inconvénients
Excavation, transport et stockage/traitement hors site + confinement sur site	<ul style="list-style-type: none"> - Coût - Evite le transport d'une partie des terres et donc l'augmentation ponctuelle du flux routier - Limite la consommation de ressources naturelles 	<ul style="list-style-type: none"> - Technologie soumise à des procédures administratives - Maintien de la pollution sur site - Pérennité du confinement à garantir - Surveillance des milieux - mise en place de servitudes
Excavation, transport et stockage/traitement hors site des terres amiantées + traitement sur site	<ul style="list-style-type: none"> - Revalorisation possible des terres traitées - Coût - Limite le transport de terres et donc l'augmentation ponctuelle du flux routier - Bilan carbone plus favorable car les volumes envoyés hors site sont limités - Limite la consommation de ressources naturelles 	<ul style="list-style-type: none"> - Durée de traitement importante dans le cas du traitement biologique - <u>La faisabilité du traitement sur site des terres impactées en composés organiques reste à vérifier (test pilote)</u> - Nécessité de disposer de surfaces disponibles importantes - Oblige à laisser la fouille ouverte et protégée pendant la durée de traitement

Tableau 14 : Avantages et inconvénients des combinaisons de traitements proposés

Concernant les filières hors site, l'intérêt du traitement par rapport au stockage orienterait plus sur le physico chimique.

Concernant le confinement : il est à noter que conformément à la méthodologie nationale en vigueur, les mesures de confinement « *ne doivent être envisagées que lorsqu'aucun traitement n'est possible (multiplicité des polluants, quantités en jeu importantes, absence d'enjeu à protéger...* », et que « *en aucun cas, le confinement ne peut concerner des sols, des eaux ou des matières polluées provenant d'autres sites ou d'autres lieux sans lien avec l'origine de la pollution* ». Le confinement des terres sur site s'accompagne de contraintes et servitudes visant notamment à garantir l'efficacité du confinement et sa pérennité dans le temps.

Enfin, concernant les terres contenant de l'amiante, compte tenu des contraintes associées à l'excavation et à la gestion de terres contenant potentiellement de l'amiante, et coûts afférents, il s'agira autant que faire se peut d'éviter tout terrassement dans cette zone de terres amiantées, de recouvrir la zone amiantée afin d'éviter tout envol de poussières ou de contact avec ces matériaux, et d'en garder la mémoire.

7.3.7 Eléments techniques complémentaires concernant les technologies sélectionnées

En marge des informations déjà fournies plus haut, des compléments peuvent être apportés concernant les modalités d'exécution des travaux, pour le présent site :

- Les terres seront excavées selon les modalités usuelles en sites et sols pollués. Un tri sera opéré sur une base organoleptique et analytique. Des analyses de flancs et de fonds de fouille seront effectuées et figureront dans le dossier final de récolement ;
- Dans le dossier de récolement, figureront également les volumes de sol traités.
- Les concentrations obtenues à l'issue du traitement permettront d'effectuer les calculs de l'analyse des risques résiduels (ARR).

7.4 Conclusion du bilan coûts/avantages

A ce stade des connaissances, l'évaluation des avantages et inconvénients des meilleures technologies disponibles a conduit à proposer les combinaisons de filières hors site suivantes :

- **Excavation, transport puis traitement physico-chimique hors site des terres impactées en ETM, et excavation puis traitement biologique sur site des terres impactées en HCT et HAP et remblaiement sur site après traitement, pour un montant estimé entre 610 k€ et 2 010 k€ HT (hors terres amiantées) selon les hypothèses de surfaces et volumes considérées,**

Ou bien, dans le cas où un traitement sur site ne serait pas envisageable (pour des questions de planning, de place ou d'organisation) :

- **Excavation, transport puis envoi des terres impactées en HCT, HAP et ETM dans un centre de traitement physico-chimique, puis remblaiement du site par des terres d'apport, pour un montant estimé entre 790 k€ et 2 210 k€ HT (hors terres amiantées) selon les hypothèses de surfaces et volumes considérées.**

La durée d'un tel projet, sur la base des hypothèses évoquées ci-dessus, est estimée d'environ **10 à 12 mois**.

Pour rappel, ces orientations et coûts doivent donc être considérés comme indicatifs à ce stade, car fortement dépendants des volumes à orienter vers les différentes techniques de traitement. Non seulement ces coûts pourront très vraisemblablement être revus à la baisse à l'issue d'une délimitation fine des ZPC, mais les traitements les plus avantageux d'un point de vue technico-économique pourraient également évoluer à l'issue de la révision des volumes à traiter et des couts associés.

Enfin, la faisabilité de certaines techniques (comme le traitement physico-chimique et le traitement biologique sur site) reste à vérifier par la réalisation d'essais pilote par exemple. Les résultats de ces essais de faisabilité pourraient également faire évoluer le bilan coûts/avantages.

8 RAPPEL DES HYPOTHESES DE CALCUL

Les calculs de risque réalisés dans le cadre de ce dossier ont été établis sur la base des hypothèses d'aménagement suivantes :

- Usage futur de type tertiaire ;
- Futurs bâtiments construits sans niveaux de sous-sol ;
- Pas de logement sur le site ;
- Réutilisation des matériaux issus des noues au droit du site hors ZPC ;
- Aucun usage des eaux souterraines sur site (y compris pour l'arrosage des espaces verts, la climatisation, le remplissage de piscine ou de bassins d'agrément...), **sans étude préalable** ;
- Pose des canalisations AEP en PEHD au sein de remblai d'apport propre (de type sablon) ou dans des caniveaux techniques béton ou, à défaut, pose de canalisations métalliques ou en matériau anti-contaminant.

Ces hypothèses de travail rappelées ci-dessus ne constituent pas des restrictions d'usages. Néanmoins, toute modification de l'une de ces hypothèses nécessitera une mise à jour des calculs de risque visant à s'assurer de la compatibilité sanitaire des nouvelles hypothèses d'aménagement avec les substances détectées sur le site.

9 RECOMMANDATIONS

9.1 Garder la 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 dans lesquels des substances chimiques ont été détectées.

Par ailleurs, dans le cas où des matériaux issus des noues (et présentant les concentrations les plus faibles) seraient réutilisés sur le lot SDIS (CIS), alors il s'agira de garder la mémoire des mouvements de terre réalisés, et par conséquent des concentrations en présence sur le lot.

Pour conserver cette information, une copie du présent rapport pourra être annexée aux actes de vente.

9.2 Amiante

Pour rappel, peu d'investigations ont pu être réalisées au droit des zones où de l'amiante a été découverte. Il existe donc une incertitude sur la qualité du milieu souterrain au droit de ces zones, et la réalisation d'investigations complémentaires est fortement recommandée lorsqu'elles deviendront accessibles. En effet il est rappelé que la découverte de nouvelles pollutions pourrait venir remettre en cause les conclusions de la présente étude. Aussi, et en fonction de leurs résultats, une mise à jour de l'EQRS/du plan de gestion pourrait s'avérer nécessaire.

Si des terrassements devaient être mis en œuvre dans ces zones, alors il s'agira d'appliquer les précautions nécessaires et réglementaires.

Enfin, un recouvrement de la zone dans le cadre du projet sera favorisé autant que faire se peut pour empêcher un contact direct avec les sols et envol de poussières.

9.3 Réemploi des matériaux issus des noues

Si la réutilisation des déblais issus des noues (hors ZPC) a été étudiée et validée d'un point de vue sanitaire, il n'en reste pas moins que des impacts divers, pour certains assimilables à des pollutions concentrées, ont été mis en évidence dans ces matériaux (notamment HAP, hydrocarbures). Ainsi, il s'agira de privilégier le réemploi des matériaux les plus propres (présentant les concentrations les plus faibles), et de traiter les matériaux qui dépasseraient les seuils de coupure définis pour les pollutions concentrées.

Par ailleurs Arcadis rappelle que cette étude sur la possibilité de réemploi des matériaux ne préjuge en rien de la faisabilité géotechnique de ce remploi au regard du projet envisagé.

9.4 Investigations complémentaires

9.4.1 Gaz du sol

Pour une meilleure représentativité des données sur les gaz du sol, la réalisation d'une nouvelle campagne de prélèvement sera nécessaire, conformément aux recommandations de la méthodologie en vigueur.

Par ailleurs, il s'agira de s'assurer de l'absence de dégazage de composés volatils au droit de Ni14 ou FC15 par la réalisation de piézairs et le prélèvement de gaz du sol.

9.4.2 Sols

La réalisation d'investigations complémentaires sur les sols visant à délimiter davantage des zones de pollutions concentrées est recommandée afin d'affiner les volumes de terres à traiter et les coûts de gestion estimés.

En effet certaines ZPC sont bien délimitées, comme la ZPC-HC3 par exemple, avec des sondages de délimitation proches et non impactés. Beaucoup d'autres ZPC en revanche présentent à ce stade des surfaces conséquentes, liées à la distance des premiers sondages disponibles pour la délimitation de ces ZPC (parfois à plus de 50 m). Sans préjuger des résultats de sondages complémentaires de délimitation de ces ZPC, il est très vraisemblable que la réalisation de sondages de délimitation beaucoup plus proches des sondages impactés permette de réduire significativement les surfaces et volumes concernés, et par conséquent les coûts de traitement.

Les orientations et coûts annoncés dans le présent plan de gestion préliminaire doivent donc être considérés comme indicatifs à ce stade, car fortement dépendants des volumes à orienter vers les différentes techniques de traitement. Non seulement ces coûts pourront très vraisemblablement être revus à la baisse à l'issue d'une délimitation fine des ZPC, mais les traitements les plus avantageux d'un point de vue technico-économique pourraient également évoluer à l'issue de la révision des volumes à traiter et des coûts associés.

Par ailleurs, compte tenu de la détection d'odeurs d'hydrocarbures et/ou HAP, parfois associées à des irisations sur les eaux de la nappe superficielle sur plusieurs sondages sur une large zone centrale il est recommandé la réalisation d'investigations complémentaires en amont et au cœur de cette zone sur les eaux (pose de 2 piézomètres) et les sols (sondages jusqu'à la nappe). Par ailleurs la pose d'un piézair au droit de Ni16 où des valeurs PID ont été détectées est également préconisé.

9.5 Tests de faisabilité / tests pilotes

Conformément à la méthodologie en vigueur encadrant la gestion des sites et sols pollués en France, la faisabilité et l'efficacité des traitements sur site évoqués dans le présent plan de gestion préliminaire (traitement biologique et physico-chimique) devra être évaluée via la réalisation de tests pilotes sur site et/ou en laboratoire et d'un Plan de Conception des Travaux (PCT).

9.6 Risques transitoires liés à la période de chantier

Arcadis indique que des précautions particulières devront être mises en œuvre lors des travaux de terrassement en conformité avec le document intitulé : « Protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites pollués » édité conjointement par l'INRS (l'Institut National de Recherche et de Sécurité) et l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie).

Lors des travaux de terrassement liés à l'aménagement du site ou à des travaux ultérieurs, le personnel doit être équipé de masques à poussières, gants, et respecter quelques règles d'hygiène simples :

- Ne pas boire ni manger sur le chantier dans les zones de travail (manger dans une zone aménagée en conséquence est néanmoins possible) ;
- Se laver les mains et le visage en fin de poste.

Le port des Equipements de Protection Individuels suivants est obligatoire :

- Casque ;
- Tenue de travail à manches longues ;
- Gants de protection adaptés pour la manipulation de terrains impactés par des hydrocarbures ;
- Chaussures de sécurité.

Des masques à poussières devront être tenus à la disposition des travailleurs en cas d'atmosphère empoussiérée. Des masques à cartouche devront être tenus à la disposition des travailleurs en cas d'atmosphère trop odorante pouvant entraîner des nausées (rappel : les cartouches mises en œuvre devront être adaptées aux polluants susceptibles d'être rencontrés sur site).

De la même façon, des combinaisons type TYVEK devront être tenues à disposition sur le chantier dans le cas où l'intervention de personnels au sein de fouilles impactées ou polluées serait nécessaire.

Toutes les précautions envisagées par l'entreprise en termes d'hygiène et de sécurité sur le site devront être soumises à l'accord du Coordonnateur Sécurité Protection Santé présent sur le chantier et intégrées dans le PPSPS de l'entrepreneur.

Remarque : la réglementation du code du travail en vigueur relative au travail dans des fouilles devra être respectée.

10 RESTRICTIONS D'USAGE ET SERVITUDES LIEES AUX MESURES DE GESTION

10.1 Suivi des travaux de remise en état environnemental

Conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués en vigueur, la mise en œuvre d'un suivi apparaît nécessaire pour contrôler au fur et à mesure de leur avancement que les mesures de gestion préconisées sont réalisées conformément aux dispositions prévues. Ce suivi doit être réalisé par une entité indépendante des prestataires en charge des travaux de terrassement et de gestion des terres. Sur la base de ce suivi, des actions correctives pourront être mises en œuvre lorsque des écarts seront constatés. A l'issue des travaux, un rapport final accompagné d'une synthèse récapitulant l'ensemble des contrôles réalisés devra être établi. Il devra préciser la bonne réalisation des mesures de gestion. Si les contrôles réalisés au cours du chantier montrent des variations sur les mesures de gestion dont la réalisation conditionne l'acceptabilité du plan de gestion, le responsable du suivi des mesures de gestion, devra alors apprécier et justifier si ces variations sont susceptibles de remettre en cause l'acceptabilité du plan de gestion. Ces éléments doivent permettre la finalisation, si celui-ci est nécessaire, du programme définitif de surveillance environnementale qui devra être mis en œuvre dès l'achèvement des aménagements.

A ce stade des connaissances, Arcadis, après un bilan coûts/avantages a identifié, comme solution de traitement des zones impactées :

- **Excavation, transport puis traitement physico-chimique hors site des terres impactées en ETM, et excavation puis traitement biologique sur site des terres impactées en HCT et HAP et remblaiement sur site après traitement, pour un montant estimé entre 610 k€ et 2 010 k€ HT (hors terres amiantées) selon les hypothèses de surfaces et volumes considérées,**

Ou bien, dans le cas où un traitement sur site ne serait pas envisageable (pour des questions de planning, de place ou d'organisation) :

- **Excavation, transport puis envoi des terres impactées en HCT, HAP et ETM dans un centre de traitement physico-chimique, puis remblaiement du site par des terres d'apport, pour un montant estimé entre 790 k€ et 2 210 k€ HT (hors terres amiantées) selon les hypothèses de surfaces et volumes considérées.**

Compte tenu des contraintes associées à l'excavation et à la gestion de terres contenant potentiellement de l'amiante, et coûts afférents, il s'agira en effet autant que faire se peut d'éviter tout terrassement dans cette zone de terres amiantées, de recouvrir la zone amiantée afin d'éviter tout envol de poussières ou de contact avec ces matériaux, et d'en garder la mémoire. Il s'agira par ailleurs soit d'éviter la construction de bâtiment dans ces zones, soit de s'assurer de la compatibilité sanitaire du maintien en place des ZPC détectées en zone amiantée.

Il est rappelé que ces orientations et coûts doivent donc être considérés comme indicatifs à ce stade, car fortement dépendants des volumes à orienter vers les différentes techniques de traitement. Ainsi et à titre d'exemple, la plupart des impacts ETM (notamment en zinc et en plomb) pourraient être délimités plus finement. Ainsi, le volume de terres impactées et les surcoûts associés se verraient diminuer le cas échéant. En outre, les traitements les plus avantageux d'un point de vue technico-économique pourraient également évoluer à l'issue de la révision des volumes à traiter et des coûts associés.

Enfin, la faisabilité de certaines techniques (comme le traitement physico-chimique et le traitement biologique sur site) reste à vérifier par la réalisation d'essais pilote par exemple. Les résultats de ces essais de faisabilité pourraient également faire évoluer le bilan coûts/avantages.

La durée d'un tel projet, sur la base des hypothèses évoquées ci-dessus, est actuellement estimée à environ **10 à 12 mois**.

Des prélèvements de **contrôles de réception des travaux de réhabilitation** devront être réalisés. Ceux-ci devront respecter les concentrations présentées dans le Tableau 6, et utilisée pour les calculs de risques. Si tel n'était pas le cas, une ARR post-travaux devra être réalisée, qui permettra, si nécessaire, de définir les sujétions constructives à mettre en œuvre, pour s'assurer de la compatibilité sanitaire des concentrations résiduelles mesurées avec le projet d'aménagement.

Des contrôles de réception des terres de remblaiement des fouilles devront également être réalisés.

En outre, il sera nécessaire de remblayer les fouilles par des matériaux ayant les mêmes caractéristiques lithologiques (sandy loam / limons sableux) que ceux en place initialement, et ce afin de conserver les propriétés de perméabilité des sols aux vapeurs utilisées pour les calculs de risque.

10.2 Gestion des déblais

Tous les déblais provenant du site et générés par d'éventuels travaux de nivellement ou d'excavation devront faire l'objet d'une gestion adaptée. Les terrains évacués du site devront être orientés vers des filières de traitement agréées.

Cette recommandation devra être conservée en annexant les rapports d'étude ou un résumé de ceux-ci aux actes de vente.

11 CONCLUSIONS

Pour faire suite aux investigations menées sur la friche RESURGAT, dans le cadre de son réaménagement pour un usage tertiaire, et en cohérence avec la méthodologie nationale encadrant la gestion des sites et sols pollués en France, une étude de la définition des pollutions concentrées dans les sols a été menée. En synthèse, en première approche, l'analyse réalisée a permis de proposer :

- Un **seuil de coupure en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ de 2 500 mg/kg.**
- Un **seuil de coupure en HAP de 250 mg/kg.**
- Un **seuil de coupure en plomb de 650 mg/kg.**
- Un **seuil de coupure en zinc de 800 mg/kg.**
- Un **seuil de coupure en cuivre de 200 mg/kg.**

Une analyse des enjeux sanitaires a été réalisée sur la base des teneurs résiduelles attendues après traitement des zones de pollution concentrée. Il s'agit d'une Analyse des Risques Résiduels prédictive (ARR prédictive).

Elle permet de déterminer si des mesures de gestion complémentaires au traitement des ZPC sont nécessaires pour valider la compatibilité sanitaire du site avec l'usage envisagé.

Conformément au projet d'aménagement, le scénario retenu est un **scénario tertiaire avec présence de bureaux en RDC d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol**, avec espaces verts en extérieur, et accueil possible de public (y compris enfants).

Au regard des données disponibles, des calculs de risques résiduels attendus réalisés et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site, à l'issue du traitement des pollutions concentrées, **sera compatible d'un point de vue sanitaire avec un usage futur de type tertiaire** au rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol, y compris après réemploi des matériaux issus de la création des noues, **sous réserve de s'assurer de l'absence de dégazage de composés volatils au droit de Ni14 ou FC15 par la réalisation de piézairs et le prélèvement de gaz du sol.**

Il est à noter que si la réutilisation des déblais issue de la création des noues a été étudiée et validée d'un point de vue sanitaire pour les échantillons disponibles, il n'en reste pas moins que des impacts divers, ont été mis en évidence dans ces matériaux (notamment HAP, hydrocarbures). Ainsi, il s'agira de privilégier le réemploi des matériaux les plus propres (présentant les concentrations les plus faibles), tandis que ceux assimilables à des pollutions concentrées suivant les critères définis dans le cadre de la présente étude devront être traités.

Par ailleurs Arcadis rappelle que cette étude sur la possibilité de réemploi des matériaux ne préjuge de rien de la faisabilité géotechnique de ce remploi au regard du projet envisagé.

Ces calculs de risques sanitaires résiduels ont été réalisés considérant le traitement de l'ensemble des ZPC. Néanmoins, les conclusions restent valables dans le cas où les ZPC-Cu ne seraient pas traitées.

S'agissant des ETM, et particulièrement pour le cuivre, à la fois les teneurs en « pollutions concentrées » et le seuil proposé apparaissent comme peu élevés, et relativement communes comme teneurs recensées dans les remblais de fiches industrielles.

Par ailleurs, le cuivre, présent dans une couche de mâchefers utilisée comme remblais, sans doute pour la création de la plateforme industrielle (elle est en profondeur). Cette anomalie n'est donc pas liée aux anciennes activités, mais davantage associée à la nature des remblais.

Le cuivre n'est par ailleurs pas retrouvé dans les eaux souterraines du site. Aucune migration de ce composé n'est donc mise en évidence.

De plus, à ce stade des données, de gros volumes de matériaux seraient concernés par ce seuil de coupure car les sondages utilisables pour la délimitation sont éloignés, avec des conséquences néfastes évidentes sur les coûts de gestion de cet « impact » mais surtout en termes de bilan carbone.

Enfin, la toxicité de ce composé est faible.

Ainsi, sur la base de l'ensemble de ces arguments, le traitement des pollutions concentrées en cuivre n'est pas une priorité à ce stade.

A ce stade de connaissance sur les pollutions concentrées à gérer, Arcadis, après un bilan coûts/avantages a identifié, comme solutions de traitement des zones impactées :

- **Excavation, transport puis traitement physico-chimique hors site des terres impactées en ETM, et excavation puis traitement biologique sur site des terres impactées en HCT et HAP et remblaiement sur site après traitement, pour un montant estimé entre 610 k€ et 2 010 k€ HT (hors terres amiantées) selon les hypothèses de surfaces et volumes considérées,**

Ou bien, dans le cas où un traitement sur site ne serait pas envisageable (pour des questions de planning, de place ou d'organisation) :

- **Excavation, transport puis envoi des terres impactées en HCT, HAP et ETM dans un centre de traitement physico-chimique, puis remblaiement du site par des terres d'apport, pour un montant estimé entre 790 k€ et 2 210 k€ HT (hors terres amiantées) selon les hypothèses de surfaces et volumes considérées.**

Compte tenu des contraintes associées à l'excavation et à la gestion de terres contenant potentiellement de l'amiante, et coûts afférents, il s'agira en effet autant que faire se peut d'éviter tout terrassement dans cette zone de terres amiantées, de recouvrir la zone amiantée afin d'éviter tout envol de poussières ou de contact avec ces matériaux, et d'en garder la mémoire. Il s'agira par ailleurs soit d'éviter la construction de bâtiment dans ces zones, soit de s'assurer de la compatibilité sanitaire du maintien en place des ZPC détectées en zone amiantée.

Ces coûts et filières restent indicatifs à ce stade, car fortement dépendants des caractéristiques des ZPC à traiter en termes de volumes et de composés en présence.

A titre d'exemple, la plupart des impacts ETM (notamment en zinc et en plomb) pourraient être délimités plus finement. Ainsi, le volume de terres impactées et les surcoûts associés se verraient diminuer le cas échéant.

La faisabilité de certaines techniques (comme le traitement physico-chimique et le traitement biologique sur site) reste à vérifier par la réalisation d'essais pilote par exemple. Les résultats de ces essais de faisabilité pourraient également faire évoluer le bilan coûts/avantages.

La durée d'un tel projet, sur la base des hypothèses évoquées ci-dessus, est estimée à ce stade à environ **10 à 12 mois.**

Les terres seront excavées selon les modalités usuelles en sites et sols pollués. Un tri sera opéré sur une base organoleptique et analytique. Des analyses de flancs et de fonds de fouille seront effectuées et figureront dans le dossier final de récolement ;

Les concentrations obtenues à l'issue du traitement permettront d'effectuer les calculs de l'analyse des risques résiduels (ARR) post-travaux.

Les hypothèses, recommandations, restrictions d'usage énoncées aux chapitres 8, 9 et 10 devront être respectées.

A noter que, dans le cadre de l'analyse des enjeux sanitaires :

- Les cibles étudiées correspondent aux usagers futurs les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires, puisqu'elles correspondent à un intervenant travaillant quotidiennement en rez-de-chaussée des futurs locaux.

Les calculs de risques couvrent donc les autres cibles qui pourraient être présentes sur le site, mais de façon moins exposée, que ce soit en raison de leur localisation en étages dans les bâtiments, ou du fait d'une fréquence et d'une durée d'exposition moindres (visiteurs, public y compris enfant...).

- En l'absence de données sur le mode de construction des futurs bâtiments, et par principe de prudence, il a été considéré que les bâtiments seront construits sans niveau de sous-sol (configuration la plus pénalisante pour les expositions).

Les calculs de risques couvrent donc des modes de construction sur niveau de sous-sol ou vide sanitaire.

- Par principe de précaution, les calculs de transfert et d'exposition ont été réalisés dans l'aménagement le plus propice à l'accumulation de gaz, soit une pièce de petite taille (15 m²).

Les calculs de risques restent donc valables pour tout aménagement de taille supérieure.

Arcadis attire également l'attention de la Communauté d'Agglomération du Boulonnais sur les points suivants :

- Toute modification des hypothèses de départ et du projet tels que décrits dans le présent document ne pourra être envisagée qu'après réalisation d'une étude complémentaire afin de valider la compatibilité sanitaire du site avec le nouveau projet ;
- Lors des travaux d'aménagement, il est recommandé de respecter quelques règles simples et usuelles d'hygiène sur ce type de chantier (lavage des mains, interdiction de manger...) ;
- Conformément à la méthodologie nationale, la mise en œuvre d'un suivi apparaît nécessaire pour contrôler au fur et à mesure de leur avancement que les mesures de gestion préconisées sont réalisées conformément aux dispositions prévues. Ce suivi doit être réalisé par une entité indépendante des prestataires en charge des travaux de terrassement et de gestion des terres. Sur la base de ce suivi, des actions correctives pourront être mises en œuvre lorsque des écarts seront constatés. A l'issue des travaux, un rapport final accompagné d'une synthèse récapitulant l'ensemble des contrôles réalisés devra être établi. Il devra préciser la bonne réalisation des mesures de gestion. Si les contrôles réalisés au cours du chantier montrent des variations sur les mesures de gestion dont la réalisation conditionne l'acceptabilité du plan de gestion, le responsable du suivi des mesures de gestion, devra alors apprécier et justifier si ces variations sont susceptibles de remettre en cause l'acceptabilité du plan de gestion. Ces éléments doivent permettre la finalisation, si celui-ci est nécessaire, du programme définitif de surveillance environnementale qui devra être mis en œuvre dès l'achèvement des aménagements.
- Les déblais générés par les travaux d'aménagement et de terrassements sont susceptibles de ne pas être acceptés en ISD inertes. Si tel était le cas, ces déblais devront donc être éliminés en filière agréée.

Limitations du rapport

Arcadis a élaboré ce rapport pour l'usage exclusif de la Communauté D'Agglomération du Boulonnais.

Ce rapport, ainsi que l'ensemble de ses annexes, constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication partielle ou reproduction partielle de ce rapport et annexes, ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations d'Arcadis ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage ponctuel, et que cette méthodologie ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du ou des milieux étudiés.

Par ailleurs les conclusions de la présente étude ne valent que pour les usages, scénarios, composés et valeurs toxicologiques considérés. La prise en compte d'autres usages, d'une part, ou de nouveaux résultats analytiques et données toxicologiques, d'autre part, pourrait conduire à la révision et à l'actualisation des conclusions de la présente étude.

Les conclusions et recommandations du présent rapport sont basées pour partie sur des informations extérieures fournies par les personnes et entités auxquelles elles ont été demandées, non garanties par Arcadis ; sa responsabilité en la matière ne saurait être engagée.

Enfin l'utilisation de ce rapport et de ses annexes à d'autres fins que celles définies dans la proposition Arcadis, par la Communauté D'Agglomération du Boulonnais ou par des tiers, est de l'entière responsabilité de l'utilisateur.

Droit d'auteur

© Ce rapport est la propriété exclusive d'Arcadis. Seul le destinataire du présent rapport est autorisé à le reproduire ou l'utiliser pour ses propres besoins. Ce rapport pourra être transmis aux tiers via les actes notariés.

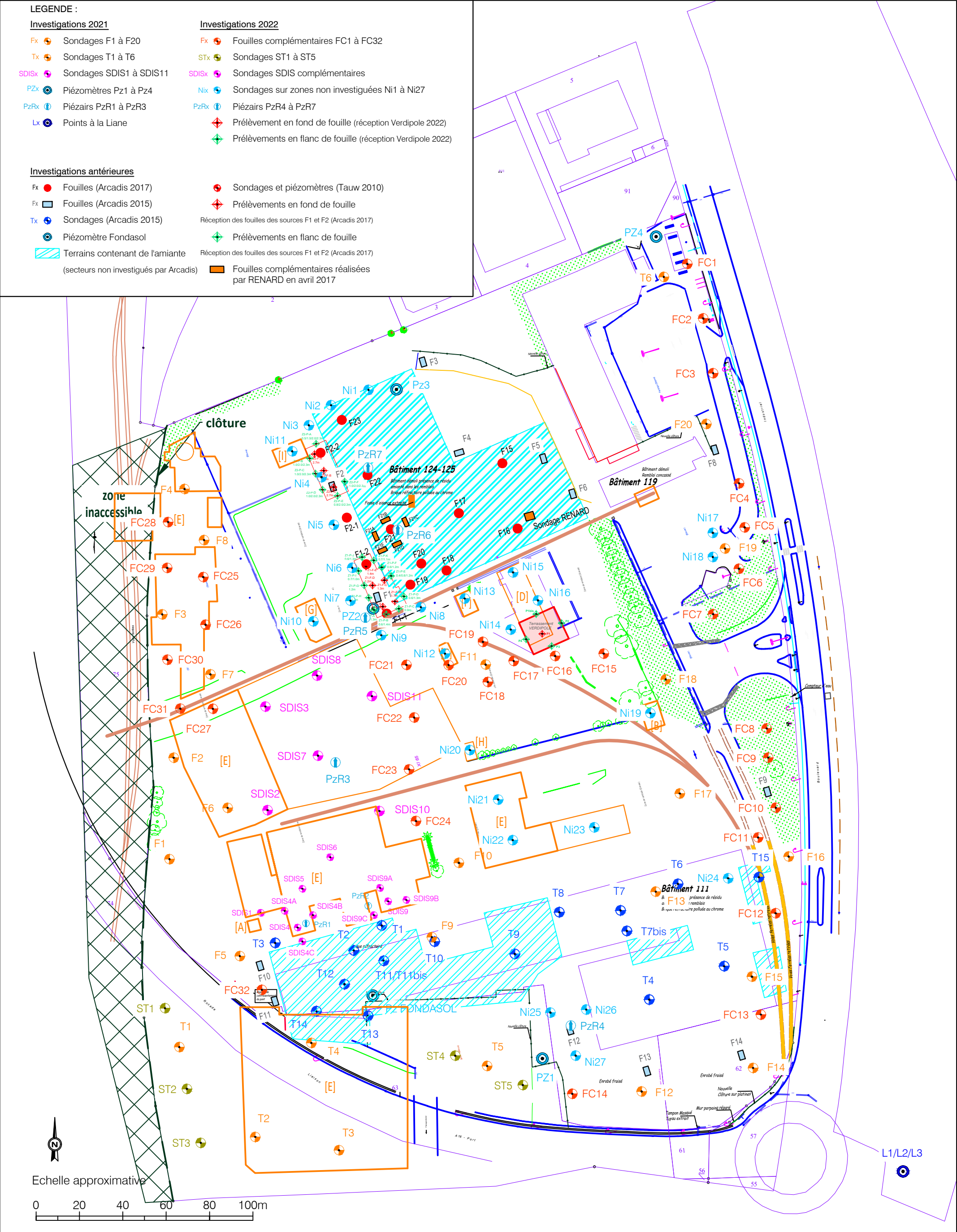



LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Esquisses de projet d'aménagement en date du 30 avril 2020
- Annexe 2 : Schéma d'implantation des sondages, piézomètres et piézairs (toutes campagnes confondues)
- Annexe 3 : Synthèse des données disponibles sur les sols
- Annexe 4 : Synthèse des données disponibles sur les eaux souterraines
- Annexe 5 : Synthèse des données disponibles sur les gaz du sol
- Annexe 6 : Schéma conceptuel
- Annexe 7 : Zones de pollutions concentrées
- Annexe 8 : Méthodologie de calcul des risques
- Annexe 9 : Synthèse des données disponibles pour réaliser les calculs de risques – concentrations résiduelles attendues
- Annexe 10 : Toxicologie des substances et organes cibles
- Annexe 11 : Justification du choix des paramètres de transfert
- Annexe 12 : Equations de transfert
- Annexe 13 : Feuilles de transfert gaz du sol / air ambiant
- Annexe 14 : Feuilles de transfert sols / air ambiant
- Annexe 15 : Equations de calcul des DJE
- Annexe 16 : Justification du choix des paramètres d'exposition
- Annexe 17 : VTR retenues pour l'étude
- Annexe 18 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature
- Annexe 19 : Justification du choix des VTR
- Annexe 20 : Calcul de l'exposition et du risque– scénario tertiaire
- Annexe 21 : Incertitudes des calculs de risques

Annexe 1 : Esquisses de projet d'aménagement en date du 30 avril 2020

Annexe 2 : Schéma d'implantation des sondages, piézomètres et piézairs (toutes campagnes confondues)



 <div>ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets</div>	Schéma d'implantation des investigations			Date	Ind.	Objet de l'édition/révision	Etabli.	Verif.	App.
				05/04/2022	A	Création du document	JOD	EMO	EMO
Client CAB	FRICHE RESURGAT - 64 BOULEVARD INDUSTRIEL OUTREAU (62)	-	Echelle	Ref. Affaire	Document	Page			
			graphique	20.000829	-	1/1			

Annexe 3 : Synthèse des données disponibles sur les sols

Sondage		FC15	FC16	FC17	FC18	FC19	FC20	FC21	FC22	FC25	FC26	FC27	FC28	FC29	FC30	FC31	FC32	Ni1	Ni1	Ni2	Ni2	Ni2	Ni3	Ni3	Ni4	Ni4	Ni5	Ni5	Ni6	Ni6	Ni7	Ni7	
Profondeur de prélèvement (m/sol)		1.2	1.2	1.2	2.0	1.8	1.2	1.6	1.2	2.0	2.0	1.2	2.0	2.0	2.0	1.2	0.5	1.2	2.0	0.5	1.2	2.0	1.2	2.0	1.2	2.0	1.2	2.0	1.2	2.0	0.9	1.2	
Nature de l'échantillon		Remblais	Remblais	Remblais	TN	Remblais	TN	Remblais	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	TN	TN	Remblais	TN	
Date de prélèvement		25/01/2022	24/02/2022	24/02/2022	24/01/2022	24/02/2022	24/01/2022	24/01/2022	24/01/2022	25/01/2022	26/01/2022	25/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	24/01/2022	26/01/2022		26/01/2022		26/01/2022		26/01/2022		26/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		26/01/2022	
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Odeur	HAP	-	-	-	-	-	HC	-	-	-	-	-	HC	-	HAP	-	-	-	-	HC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Aspect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Paramètres généraux																																	
Matière sèche	%	73.00	74.70	72.60	76.30	31.80	78.50	84.60	76.00	75.20	78.30	73.20	76.80	74.50	80.60	67.80	79.60	69.30	75.00	81.10	76.20	79.10	74.00	74.30	78.80	77.90	86.20	85.20	79.70	79.90	75.10	75.20	
pH	-																																
COT	mg/kgMS																																
Cyanures totaux	mg/kgMS																																
HAP																																	
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	13.60	0.94	< 0.050	0.07	6.90	0.38	< 0.050	0.29	0.21	< 0.050	< 0.050	0.07	15.00	< 0.050	0.59	0.48	< 0.050	< 0.050	0.08	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		
Acénaphthylène	mg/kgMS	17.90	0.75	< 0.050	< 0.050	< 0.20	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.31	0.11	< 0.050	0.38	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050	53.60	< 0.050	1.00	0.14	< 0.050	< 0.050	0.12	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.08	< 0.050		
Fluorène	mg/kgMS	22.70	1.00	< 0.050	< 0.050	0.21	0.14	< 0.050	< 0.050	0.23	< 0.050	< 0.050	0.08	39.10	0.07	0.50	0.16	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.13	< 0.050			
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	39.30	3.10	0.41	0.16	0.72	1.10	0.13	0.64	0.70	< 0.050	0.31	0.76	124.00	1.20	2.80	2.10	0.17	< 0.050	0.86	0.49	< 0.050	0.58	0.38	1.00	< 0.050	0.08	0.54	< 0.050	< 0.050	2.10	0.29	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	12.70	0.75	0.11	< 0.050	0.25	0.23	< 0.050	0.09	0.19	< 0.050	< 0.050	0.16	11.30	0.36	0.55	0.26	< 0.050	< 0.050	0.18	0.08	< 0.050	0.19	0.07	0.20	< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	< 0.050	0.32	< 0.050	
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	26.00	2.30	0.45	0.16	1.40	1.70	0.32	0.41	1.60	0.08	1.20	1.40	112.00	2.70	8.80	3.40	0.39	0.10	2.80	0.93	< 0.050	1.10	0.79	1.60	< 0.050	0.06	0.67	< 0.050	< 0.050	5.50	0.60	
Pyrène ⁸	mg/kgMS	20.40	1.90	0.44	0.17	3.50	1.70	0.37	0.37	0.19	0.11	0.74	1.30	82.00	2.50	7.20	3.10	0.19	< 0.050	2.30	1.10	< 0.050	1.00	0.65	1.60	< 0.050	< 0.050	0.56	< 0.050	< 0.050	5.20	0.52	
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	9.70	1.00	0.30	0.09	1.40	0.79	0.33	0.17	0.33	0.07	0.45	0.73	11.80	1.20	3.50	1.20	0.13	< 0.050	1.40	0.60	< 0.050	0.51	0.28	0.88	< 0.050	< 0.050	0.29	< 0.050	< 0.050	2.30	0.21	
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	7.10	0.94	0.32	0.09	1.90	0.82	0.35	0.25	0.37	< 0.050	0.59	0.89	11.10	1.10	3.50	1.60	0.14	< 0.050	1.20	0.80	< 0.050	0.49	0.35	1.00	< 0.050	< 0.050	0.29	< 0.050	< 0.050	2.00	0.27	
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	6.70	0.46	0.25	0.08	2.10	0.61	0.85	0.16	0.33	0.08	0.55	0.92	< 0.50	1.20	4.10	1.40	0.22	< 0.050	1.60	0.70	< 0.050	0.58	0.32	1.60	< 0.050	< 0.050	0.32	< 0.050	< 0.050	2.70	0.24	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	4.40	0.33	0.14	< 0.050	0.53	0.31	0.39	< 0.050	0.17	< 0.050	0.30	0.39	1.30	0.65	2.10	0.67	0.08	< 0.050	0.75	0.30	< 0.050	0.27	0.16	0.52	< 0.050	< 0.050	0.15	< 0.050	< 0.050	1.30	0.12	
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	6.80	0.60	0.32	0.07	1.20	0.62	0.44	0.12	0.33	0.07	0.60	0.65	< 0.50	1.20	4.70	1.30	< 0.050	< 0.050	1.40	0.54	< 0.050	0.47	0.31	1.10	< 0.050	< 0.050	0.25	< 0.050	< 0.050	3.10	0.25	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	1.20	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.20	< 0.050	0.13	< 0.050	0.08	< 0.050	0.09	0.13	0.95	0.12	0.41	0.15	< 0.050	< 0.050	0.12	0.10	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.14	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.35	< 0.050		
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	3.30	0.13	0.18	0.10	0.60	0.50	0.97	0.09	0.25	0.07	0.42	0.55	< 0.50	0.78	2.80	0.69	0.10	< 0.050	0.80	0.30	< 0.050	0.31	0.19	0.72	< 0.050	< 0.050	0.19	< 0.050	< 0.050	2.10	0.13	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	4.20	0.31	0.23	< 0.050	0.72	0.46	0.99	< 0.050	0.24	0.09	0.44	0.56	< 0.50	0.92	3.10	0.92	0.14	< 0.050	0.86	0.37	< 0.050	0.35	0.23	1.00	< 0.050	0.16	< 0.050	< 0.050	2.10	0.19		
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	196.00	14.50	3.15	0.99	21.70	9.47	5.27	2.97	5.39	0.57	5.69	8.59	462.00	14.00	45.70	17.60	1.56	0.10	14.60	6.42	< lq	5.85	3.73	11.50	< lq	0.14	3.52	< lq	< lq	29.30	2.82	
Hydrocarbures C5-C40																																	
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS																																
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS																																
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS																																
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																																
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																																
HC (C6-C8)	mg/kgMS																																
HC (C8-C10)	mg/kgMS																																
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																																
Fraction C10-C12	mg/kgMS	17.30	< 4.0	< 4.0	< 4.0	15.10	16.60	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	320.00	< 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		
Fraction C12-C16	mg/kgMS	140.00	29.00	< 4.0	< 4.0	470.00	180.00	< 4.0	11.30	< 4.0	6.80	7.40	2100.00	< 4.0	6.50	15.20	< 4.0	< 4.0	6.70	< 4.0	< 4.0	< 4.0	8.90	7.00	< 4.0	< 4.0	< 4.0	6.10	< 4.0	< 4.0	< 4.0		
Fraction C16-C20	mg/kgMS	180.00	67.50	7.00	6.60	8200.00	290.00	< 2.0	14.50	9.80	< 2.0	10.50	21.10	3400.00	8.90	23.90	38.80	7.80	< 2.0	26.80	10.80	< 2.0	11.60	9.80	12.10	< 2.0	< 2.0	10.30	< 2.0	< 2.0	10.40	3.20	
Fraction C20-C24	mg/kgMS	110.00	64.50	8.50	5.40	4100.00	510.00	5.60	14.20	17.40	< 2.0	9.40	27.70	2600.00	13.30	37.50	44.30	8.20	< 2.0	34.90	15.10	< 2.0	15.90	13.90	24.50	< 2.0	< 2.0	11.00	< 2.0	< 2.0	15.30	3.20	
Fraction C24-C28	mg/kgMS	72.10	63.30	9.90	3.10	4100.00	450.00	5.40	15.00	22.70	< 2.0	8.90	28.40	1300.00	14.60	33.20	41.80	7.50	< 2.0	33.40	15.90	< 2.0	18.60	17.80	44.50	< 2.0	< 2.0	13.70	< 2.0	< 2.0	16.90	2.90	
Fraction C28-C32	mg/kgMS	41.00	40.00	9.90	5.20	2100.00	280.00	3.80	11.00	19.00	< 2.0	7.50	26.00	540.00	11.00	25.00	31.00	6.80	< 2.0	26.00	12.00	< 2.0	18.00	16.00	41.00	< 2.0	< 2.0	15.00	4.60	< 2.0	17.00	5.30	
Fraction C32-C36	mg/kgMS	19.20	16.50	6.30	3.30	630.00	99.90	< 2.0	3.20	9.30	< 2.0	4.20	16.10	200.00	5.60																		

Sondage		Ni7	Ni8	Ni8	Ni9	Ni9	Ni10	Ni10	Ni11	Ni11	Ni12	Ni13	Ni13	Ni14	Ni14	Ni15	Ni15	Ni16	Ni16	Ni17	Ni17	Ni18	Ni18	Ni19	Ni20	Ni20	Ni21	Ni22	Ni23	Ni24	Ni24	Ni25
Profondeur de prélèvement (m/sol)		2.0	0.9	1.2	0.9	1.6	0.5	1.2	0.5	1.4	1.2	0.5	1.8	0.5	1.2	0.5	1.2	0.5	1.6	0.5	1.2	0.5	0.9	0.9	0.5	1.2	0.5	0.5	0.5	0.5	1.2	0.5
Nature de l'échantillon		TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	TN	TN	TN	TN	Remblais	TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	
Date de prélèvement			24/02/2022		24/01/2022		25/01/2022		26/01/2022		24/02/2022		24/02/2022		24/02/2022		24/02/2022		24/02/2022		26/01/2022		26/01/2022		25/01/2022	24/02/2022	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Odeur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HC	-	-	-	-	-	HAP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aspect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Paramètres généraux																																
Matière sèche	%	79.10	76.70	71.40	70.90	77.30	81.80	79.00	85.40	85.90	67.80	77.60	71.70	83.90	62.20	69.90	81.90	75.60	78.40	86.00	84.90	84.20	82.70	67.70	87.20	87.00	84.20	81.70	84.30	82.20	87.10	88.10
pH	-																															
COT	mg/kgMS																															
Cyanures totaux	mg/kgMS																															
HAP																																
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.08	0.20	0.38	0.19					0.24		13.20		0.32		< 0.050		0.15	2.00	< 0.050	0.14	< 0.050	1.60			0.77	0.08	0.83	0.74	0.46	0.14
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050					< 0.050		< 0.50		0.18		< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	3.70			< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.20	
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050					< 0.050		4.20		< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.21	< 0.050	0.07	< 0.050	1.10			3.80	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050	0.07	0.09	< 0.050	< 0.050					< 0.050		5.40		0.34		< 0.050		0.08	0.21	< 0.050	0.13	< 0.050	8.70			8.70	< 0.050	0.12	< 0.050	0.06	0.26
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.53	1.00	0.87	0.65					0.49		59.00		1.30		< 0.050		0.74	0.60	< 0.050	1.00	0.06	33.20			28.90	0.42	2.80	1.30	1.10	0.56
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.10	0.21	0.09	0.07					< 0.050		10.70		0.27		< 0.050		0.14	0.10	< 0.050	0.91	< 0.050	8.90			12.50	< 0.050	0.44	0.17	0.11	0.11
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.53	1.30	0.72	0.88					0.69		85.90		1.40		< 0.050		0.93	1.00	< 0.050	2.70	0.24	28.80			26.00	0.53	4.50	2.20	1.40	0.41
Pyréne ⁸	mg/kgMS	< 0.050	0.72	0.92	0.65	0.76					0.60		72.10		1.00		< 0.050		0.94	0.88	< 0.050	2.10	0.17	21.30			20.80	0.58	4.20	1.80	1.60	0.36
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.38	0.59	0.34	0.38					0.27		38.40		0.53		< 0.050		0.42	0.50	< 0.050	1.80	0.12	11.40			12.00	0.32	2.10	1.30	1.10	0.20
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.47	0.69	0.41	0.43					0.35		36.00		0.55		< 0.050		0.42	0.56	< 0.050	1.40	0.11	8.70			10.70	0.40	2.50	1.60	1.30	0.16
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	< 0.050	0.53	0.49	0.18	0.27					0.24		35.80		0.55		< 0.050		0.41	0.56	< 0.050	2.00	0.22	6.60			6.70	0.47	2.00	1.30	0.14	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.21	0.25	0.07	0.13					0.13		15.60		0.19		< 0.050		0.18	0.27	< 0.050	1.00	0.07	4.10			3.90	0.17	1.00	0.72	0.60	0.10
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.38	0.46	0.18	0.26					0.25		28.50		0.39		< 0.050		0.31	0.55	< 0.050	1.90	0.23	6.40			7.70	0.35	1.80	1.10	1.00	0.14
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050					< 0.050		3.60		< 0.050		< 0.050	0.06	< 0.050	0.29	< 0.050	1.20			1.20	< 0.050	0.15	0.11	0.11	< 0.050		
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.31	0.18	0.13	0.17					0.15		19.00		0.18		< 0.050		0.24	0.42	< 0.050	1.30	0.09	2.70			2.70	0.28	1.30	0.63	0.57	0.07
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.30	0.31	0.12	0.13					0.21		16.50		0.21		< 0.050		0.22	0.48	< 0.050	1.50	0.13	3.80			3.00	0.37	1.30	0.92	0.85	0.11
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	< lq	4.61	6.69	4.14	4.32					3.62		444.00		7.41		< lq		5.18	8.40	< lq	18.20	1.45	152.00			149.00	3.97	25.00	13.90	11.60	2.96
Hydrocarbures C5-C40																																
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS										< 0.20		6.40		< 0.20		< 0.20		< 0.20					< 0.20			< 0.20	< 0.20	0.34			
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS										< 0.20		13.00		< 0.20		< 0.20		< 0.20					< 0.20			< 0.20	< 0.20	0.74			
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS										< 0.20		4.30		< 0.20		< 0.20		2.80					< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20			
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS										< 0.20		14.00		< 0.20		< 0.20		< 0.20					< 0.20			< 0.20	< 0.20	0.33			
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS										< 0.20		6.40		< 0.20		< 0.20		0.94					< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20			
HC (C6-C8)	mg/kgMS										< 0.40		27.00		< 0.40		< 0.40		< 0.40					< 0.40			< 0.40	< 0.40	1.10			
HC (C8-C10)	mg/kgMS										< 0.40		11.00		< 0.40		< 0.40		3.70					< 0.40			< 0.40	< 0.40	< 0.40			
Somme HC C5-C10	mg/kgMS										< 1.0		44.00		< 1.0		< 1.0		3.70					< 1.0			< 1.0	< 1.0	1.40			
Fraction C10-C12	mg/kgMS	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	5.60	< 4.0	< 4.0	< 4.0	77.70	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	78.30	6.20	< 4.0	< 4.0	< 4.0	8.60	< 4.0	< 4.0	7.50	< 4.0	5.50	6.20	< 4.0	6.80
Fraction C12-C16	mg/kgMS	< 4.0	15.00	12.30	25.40	11.40	8.10	< 4.0	23.10	16.10	7.40	7.00	260.00	9.20	9.50	22.20	< 4.0	< 4.0	270.00	28.70	< 4.0	18.50	< 4.0	81.20	< 4.0	19.40	150.00	5.90	24.80	31.60	18.90	< 4.0
Fraction C16-C20	mg/kgMS	< 2.0	34.00	35.70	45.40	17.10	25.60	3.00	92.30	31.80	19.50	13.70	470.00	66.40	20.30	110.00	< 2.0	< 2.0	200.00	42.60	< 2.0	25.50	< 2.0	180.00	11.70	83.10	380.00	11.80	43.20	110.00	56.70	6.00
Fraction C20-C24	mg/kgMS	< 2.0	37.50	43.80	46.40	15.30	23.60	< 2.0	130.00	41.90	48.10	25.90	460.00	97.30	15.60	110.00	< 2.0	< 2.0	97.40	31.70	< 2.0	25.70	< 2.0	140.00	14.00	56.30	320.00	11.60	49.20	120.00	66.50	9.80
Fraction C24-C28	mg/kgMS	3.00	56.70	59.50	32.30	10.60	16.90	< 2.0	140.00	42.00	64.20	36.50	400.00	55.30	15.10	87.10	< 2.0	< 2.0	98.60	26.50	< 2.0	22.10	< 2.0	86.30	17.30	22.90	230.00	10.20	59.80	77.40	57.20	17.10
Fraction C28-C32	mg/kgMS	3.70	61.00	52.00	21.00	9.60	9.90	2.90	110.00	34.00	52.00	30.00	280.00	27.00	12.00	43.00	< 2.0	< 2.0	94.00	26.00	< 2.0	18.00	< 2.0	52.00	18.00	8.90	140.00	7.20	50.00	54.00	47.00	20.00
Fraction C32-C36	mg/kgMS	< 2.0	53.70	32.60	5.50	4.00	5.00	< 2.0	59.30	14.90	21.70	12.00	120.00	11.90	4.30	15.90	< 2.0	< 2.0	63.00	16.30	< 2.0	10.00	< 2.0	27.00	13.40	3.00	75.20	2.90	19.30	18.90	14.80	21.30
Fraction C36-C40	mg/kgMS	< 2.0	28.40	15.10	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	22.70	3.60	8.00	4.30	41.00	4.60	< 2.0	4.70	< 2.0	< 2.0	25.60	6.70	< 2.0	3.30	< 2.0	6.90	8.60	< 2.0	23.40	< 2.0	6.00	5.20	3.90	12.40
Somme HC C10-C40	mg/kgMS	< 20.0	290.00	250.00	180.00	71.30	92.20	< 20.0	590.00	190.00	220.00	130.00	2100.00	270.00	79.30	390.00	< 20.0	< 20.0	930.00	190.00	< 20.0	130.00	< 20.0	580.00	88.80	2						

Sondage		Ni26	Ni27	SDIS 4-A	SDIS 4-A	SDIS 4-A	SDIS 4-B	SDIS 4-B	SDIS 4-B	SDIS 4-C	SDIS 4-C	SDIS 4-C	SDIS 9-A	SDIS 9-A	SDIS 9-A	SDIS 9-B	SDIS 9-B	SDIS 9-B	SDIS 9-B	SDIS 9-C	SDIS 9-C	SDIS 9-C	MOY FC1-A	MOY FC1-B	MOY FC2-A	MOY FC2-B	MOY FC3-A	MOY FC3-B
Profondeur de prélèvement (m/sol)		0.5	0.5	0.2	0.9	2.0	0.2	0.9	1.6	0.2	0.9	1.3	0.5	1.2	1.5	0.8	1.6	2.0	0.5	1.2	1.5	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	
Nature de l'échantillon		Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	TN	Remblais	TN	TN	Remblais	TN	TN	Remblais	TN	TN	R / TN	TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	
Date de prélèvement		25/01/2022	25/01/2022	24/01/2022			24/01/2022			24/01/2022			24/01/2022			24/01/2022			24/01/2022			24/02/2022		24/02/2022		24/02/2022		
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Odeur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aspect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Paramètres généraux																												
Matière sèche	%	88.00	87.90	84.00	83.20	75.00	72.20	72.00	73.20	79.20	76.30	74.50	78.20	72.70	73.80	73.20	75.60	77.70				86.80	79.30	81.50	84.70	85.00	84.30	
pH	-																					8.40	8.40	8.30	8.10	8.90	8.20	
COT	mg/kgMS																					22000.00	10000.00	110000.00	30000.00	55000.00	45000.00	
Cyanures totaux	mg/kgMS																					< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	3.80	13.00	
HAP																												
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	0.19	0.09	0.32	0.13	0.08	0.29	< 0.050	< 0.050	0.20	0.16	< 0.050										< 0.050	< 0.050	0.12	0.14	0.35	0.28	
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050										< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050	0.06	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.12	< 0.050	< 0.050	0.59	0.07	< 0.050										< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	
Fluorène	mg/kgMS	0.10	0.10	0.11	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	0.15	< 0.050	< 0.050										< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.08	0.45	< 0.050	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	0.91	1.10	0.73	0.67	0.61	0.84	0.32	< 0.050	1.10	1.10	0.09										0.36	< 0.050	0.82	0.89	4.50	1.20	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	0.19	0.20	0.26	0.10	0.11	0.09	< 0.050	< 0.050	0.08	0.08	< 0.050										0.08	< 0.050	0.15	0.25	2.00	0.42	
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	2.40	3.60	0.81	0.84	0.55	0.69	0.42	< 0.050	0.74	0.77	0.17										0.65	0.07	1.30	1.30	11.30	5.00	
Pyrène ⁸	mg/kgMS	2.60	4.00	0.83	1.30	0.68	0.76	0.36	0.07	0.83	0.85	0.17										0.62	0.07	0.96	0.79	10.00	5.00	
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	1.40	2.30	0.30	0.55	0.31	0.47	0.12	< 0.050	0.57	0.59	0.07										0.33	< 0.050	0.83	0.64	5.90	3.10	
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	1.70	2.30	0.44	1.40	0.39	0.58	0.17	< 0.050	0.73	0.96	0.12										0.31	< 0.050	0.97	0.72	6.00	3.30	
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	1.50	1.90	0.40	0.73	0.39	0.33	0.19	< 0.050	0.30	0.31	0.11										0.39	< 0.050	0.91	0.55	5.10	3.40	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.66	0.97	0.15	0.18	0.13	0.08	< 0.050	< 0.050	0.11	0.11	< 0.050										0.20	< 0.050	0.43	0.31	2.70	1.80	
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	1.30	1.70	0.29	0.49	0.29	0.26	0.11	< 0.050	0.34	0.37	0.09										0.35	< 0.050	0.79	0.55	5.90	3.90	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	0.18	0.24	< 0.050	0.14	< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050										< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.50	< 0.50	
Benzo(g,h,i)peryène ^{8,10}	mg/kgMS	0.98	1.10	0.23	0.55	0.24	0.09	0.07	< 0.050	0.07	0.09	0.10										0.26	< 0.050	0.38	0.24	2.70	2.40	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	1.00	1.30	0.20	0.30	0.20	0.07	< 0.050	< 0.050	0.09	0.10	0.09										0.31	< 0.050	0.55	0.55	4.10	3.20	
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	15.10	21.00	5.07	7.38	3.98	4.76	1.86	0.07	5.98	5.56	1.01										3.86	0.14	8.21	7.01	61.20	33.00	
Hydrocarbures C5-C40																												
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS																											
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS																											
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS																											
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																											
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																											
HC (C6-C8)	mg/kgMS																											
HC (C8-C10)	mg/kgMS								</																			

Sondage		MOY FC4-A	MOY FC4-B	MOY FC5-A	MOY FC5-B	MOY FC6-A	MOY FC6-B	MOY FC7-A	MOY FC7-B	MOY FC8-A	MOY FC8-B	MOY FC9-A	MOY FC9-B	MOY FC10-A	MOY FC10-B	MOY FC11-A	MOY FC11-B	MOY FC12-A	MOY FC12-B	MOY FC13-A	MOY FC13-B	MOY FC14-A	MOY FC14-B	MOY FC15-A	MOY FC16-A	MOY FC17-A	MOY FC20-A
Profondeur de prélèvement (m/sol)		0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m
Nature de l'échantillon		R / TN	TN	Remblais	Remblais	R / TN	TN	R / TN	TN	Remblais	TN	TN	TN	R / TN	TN	R / TN	TN	Remblais	TN	Remblais	TN	Remblais	R / TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais
Date de prélèvement		24/02/2022		24/02/2022		26/01/2022		26/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022	
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Odeur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HAP	-	-	-
	Aspect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paramètres généraux																											
Matière sèche	%	80.90	80.60	88.80	71.70	82.40	81.00	84.20	78.30	82.70	80.60	82.30	81.50	84.80	79.40	82.70	79.00	88.60	79.70	83.00	80.00	82.90	77.60	84.80	83.40	81.40	72.30
pH	-	8.90	8.70	8.30	8.50	8.50	8.90	8.30	8.60	8.50	8.60	8.50	8.90	8.60	8.80	8.40	8.90	8.60	8.50	8.50	8.40	8.50	8.20	8.50	9.10	8.30	
COT	mg/kgMS	26000.00	3000.00	42000.00	17000.00	11000.00	2400.00	77000.00	2900.00	16000.00	2500.00	21000.00	1800.00	7800.00	2600.00	43000.00	2400.00	77000.00	4000.00	13000.00	3400.00	33000.00	11000.00	59000.00	120000.00	18000.00	170000.00
Cyanures totaux	mg/kgMS	3.20	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	2.80	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	
HAP																											
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	0.10	< 0.050	0.44	< 0.050	< 0.050	< 0.050	2.90	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.82	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	0.08	38.90	2.00	< 0.050	0.75
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.06	< 0.050	< 0.050	< 0.050	1.40	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	55.90	2.30	< 0.050	< 0.050
Acénaphhtène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	1.70	0.09	0.09	0.09
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.16	< 0.050	< 0.050	< 0.050	4.00	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.50	< 0.050	0.09	< 0.050	0.07	< 0.050	95.80	2.90	0.07	0.19
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	1.20	< 0.050	5.40	0.08	0.96	< 0.050	26.50	< 0.050	0.31	< 0.050	0.24	< 0.050	0.29	< 0.050	0.46	< 0.050	9.00	< 0.050	0.35	< 0.050	0.69	0.36	202.00	7.20	0.15	2.90
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	0.28	< 0.050	1.20	< 0.050	0.19	< 0.050	6.30	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	2.40	< 0.050	0.10	< 0.050	0.10	0.11	67.30	1.90	< 0.050	0.35
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	4.70	< 0.050	16.30	0.20	2.10	0.08	26.60	< 0.050	0.63	< 0.050	0.87	< 0.050	0.83	< 0.050	1.10	< 0.050	21.80	< 0.050	0.72	< 0.050	1.10	1.20	169.00	6.60	0.17	6.10
Pyrrène ⁸	mg/kgMS	4.30	< 0.050	13.40	0.14	1.30	< 0.050	15.80	< 0.050	0.56	< 0.050	0.78	< 0.050	0.72	< 0.050	1.20	< 0.050	13.50	< 0.050	0.75	< 0.050	0.86	0.93	131.00	5.30	0.22	4.60
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	3.20	< 0.050	10.50	0.11	0.97	< 0.050	10.70	< 0.050	0.34	< 0.050	0.53	< 0.050	0.48	< 0.050	0.64	< 0.050	10.20	< 0.050	0.43	< 0.050	0.64	0.61	58.80	3.00	0.16	2.20
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	2.70	< 0.050	9.50	0.10	0.80	< 0.050	9.70	< 0.050	0.31	< 0.050	0.64	< 0.050	0.58	< 0.050	0.80	< 0.050	9.50	< 0.050	0.46	< 0.050	0.74	0.67	46.00	2.90	0.17	2.10
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	3.70	< 0.050	10.00	0.12	0.90	< 0.050	7.70	< 0.050	0.36	< 0.050	0.53	< 0.050	0.53	< 0.050	0.79	< 0.050	9.40	< 0.050	0.61	< 0.050	0.80	0.58	32.30	2.30	0.32	2.10
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	1.90	< 0.050	5.30	< 0.050	0.46	< 0.050	4.40	< 0.050	0.18	< 0.050	0.30	< 0.050	0.27	< 0.050	0.36	< 0.050	5.30	< 0.050	0.25	< 0.050	0.33	0.35	23.70	1.30	0.15	0.95
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	3.10	< 0.050	9.60	0.10	0.81	< 0.050	6.50	< 0.050	0.31	< 0.050	0.58	< 0.050	0.52	< 0.050	0.73	< 0.050	7.80	< 0.050	0.53	< 0.050	0.54	0.59	40.70	2.60	0.23	1.70
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.50	< 0.050	< 1.0	< 0.050	0.10	< 0.050	0.76	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.12	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	1.60	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.13	0.08	4.70	0.29	< 0.050	0.25
Benzo(g,h,i)pénylène ^{8,10}	mg/kgMS	3.10	< 0.050	5.90.																							

Sondage		MOY FC21-A	MOY FC22-A	MOY FC23-A	MOY FC24-A	MOY FC25-A	MOY FC25-B	MOY FC26-A	MOY FC26-B	MOY FC27-A	MOY FC27-B	MOY FC28-A	MOY FC28-B	MOY FC29-A	MOY FC29-B	MOY FC30-A	MOY FC30-B	MOY FC31-A	MOY FC31-B	MOY FC32-A	MOY FC32-B	MOY ST1-A	MOY ST2-A	MOY ST2-B	MOY ST3-A	MOY ST3-B	MOY ST4-A
Profondeur de prélèvement (m/sol)		0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m
Nature de l'échantillon		Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	R / TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	R / TN	TN	Remblais	Remblais	R / TN	Remblais	TN	Remblais
Date de prélèvement		24/01/2022	24/01/2022	24/01/2022	24/01/2022	25/01/2022		26/01/2022		25/01/2022		26/01/2022		26/01/2022		26/01/2022		26/01/2022		24/01/2022		24/01/2022	24/01/2022		24/01/2022		
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Odeur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aspect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paramètres généraux																											
Matière sèche	%	83.80	78.20	77.90	79.80	84.50	79.10	83.00	75.30	83.40	78.80	86.30	80.40	85.60	82.30	79.40	82.20	85.10	72.40	77.60	78.20	86.40	87.10	78.70	87.50	83.60	88.10
pH	-	8.40	7.90	8.50	8.30	8.60	8.90	8.40	8.20	8.60	8.60	8.50	8.30	8.60	8.60	8.40	8.70	8.60	8.60	8.30	8.70	7.80	9.50	9.20	8.70	8.70	9.60
COT	mg/kgMS	130000.00	140000.00	120000.00	130000.00	46000.00	14000.00	22000.00	140000.00	45000.00	9500.00	41000.00	84000.00	53000.00	38000.00	53000.00	23000.00	58000.00	23000.00	140000.00	4300.00	89000.00	9800.00	66000.00	19000.00	17000.00	23000.00
Cyanures totaux	mg/kgMS	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	2.40	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
HAP																											
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	0.39	0.11	0.11	1.80	7.00	0.10	0.22	0.19	1.80	< 0.050	< 0.50	0.09	2.00	1.70	0.26	0.12	0.72	6.50	0.34	< 0.050	0.17	0.31	0.32	0.16	0.08	< 0.50
Acénaphthylène	mg/kgMS	0.11	0.09	0.36	< 0.50	5.60	< 0.050	0.08	< 0.050	2.60	< 0.050	< 0.50	< 0.050	0.39	0.08	0.08	< 0.050	0.25	0.54	0.08	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.50
Acénaphhtène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.12	2.90	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	< 0.50	< 0.050	2.10	2.80	< 0.050	< 0.050	0.10	13.50	< 0.050	< 0.050	0.15	< 0.050	0.36	0.07	< 0.050	< 0.50
Fluorène	mg/kgMS	0.13	0.12	0.67	4.50	6.20	0.10	0.17	0.08	3.00	< 0.050	< 0.50	0.09	2.50	2.40	0.26	< 0.050	0.49	11.20	0.12	< 0.050	0.17	< 0.050	0.38	0.14	0.13	< 0.50
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	1.60	0.90	4.00	54.50	12.80	0.39	0.94	1.50	6.70	< 0.050	3.00	0.56	14.60	7.50	1.90	0.33	3.80	21.40	1.40	< 0.050	2.00	0.62	4.40	1.90	1.00	3.60
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	0.25	0.19	1.30	19.20	4.60	0.15	0.14	0.28	1.90	< 0.050	0.61	0.12	3.60	0.89	0.48	0.06	1.20	6.20	0.27	< 0.050	0.52	0.22	1.20	0.32	0.24	0.59
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	2.10	1.00	6.00	80.10	10.90	0.48	1.40	3.60	5.00	< 0.050	5.40	1.00	18.90	7.50	3.80	0.74	6.30	27.20	3.40	0.09	2.90	1.10	6.10	2.70	1.40	4.20
Pyrène ⁸	mg/kgMS	1.60	0.90	4.60	73.80	7.50	0.42	1.60	2.90	3.60	0.07	5.20	1.20	15.70	6.00	3.80	0.83	5.50	18.80	3.10	0.07	2.80	0.98	5.70	2.20	0.93	16.50
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	0.79	0.52	2.80	29.90	4.40	0.21	0.77	1.30	2.40	< 0.050	2.90	0.58	9.20	1.20	2.00	0.45	2.80	4.80	1.80	< 0.050	1.30	0.56	2.50	1.30	0.68	5.80
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	0.74	0.58	2.30	24.90	4.00	0.23	1.00	1.60	1.80	< 0.050	2.40	0.77	9.90	1.20	2.30	0.47	2.80	4.30	1.80	< 0.050	1.60	0.60	3.30	1.30	0.67	24.40
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	0.63	0.50	2.10	26.60	3.00	0.27	0.94	0.86	1.60	< 0.050	2.80	0.63	6.70	0.75	2.00	0.57	2.20	2.10	2.10	< 0.050	1.10	0.68	2.00	1.40	0.67	15.40
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.30	0.23	1.20	13.90	2.10	0.11	0.40	0.61	0.92	< 0.050	1.50	0.26	3.70	0.36	1.00	0.22	1.30	1.50	0.94	< 0.050	0.59	0.30	1.20	0.64	0.30	1.60
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.50	0.37	2.20	31.50	3.40	0.19	0.75	1.20	1.60	< 0.050	2.50	0.63	7.00	0.58	2.00	0.51	2.50	2.60	1.90	< 0.050	1.30	0.64	2.70	1.10	0.50	4.90
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	0.08	0.07	0.37	3.00	0.49	< 0.050	0.11	0.15	0.29	< 0.050	0.75	0.09	0.93	< 0.050	0.20	< 0.050	0.26	0.30	0.23	< 0.050	0.11	< 0.050	0.22	0.18	0.10	4.00
Benzo(g,h,i)peryène ^{8,10}	mg/kgMS	0.38	0.28	0.85	19.70	1.40	0.12	0.66	0.64	0.85	< 0.050	1.90	0.36	3.30	0.24	1.30	0.41	1.40	0.81	1.10	< 0.050	0.73	0.53	1.50	0.81	0.50	7.50
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.36	0.26	1.20	18.20	2.70	0.15	0.65	0.73	0.94	0.10	2.10	0.45	4.60	0.3												

Sondage		MOY ST5-A	MOY ST5-B	MOY Ni1-4	MOY Ni5-7	F1 - ARC 201	F1 - NOUE	F1 - NOUE	F2 - ARC 201	F2 - NOUE	F2 - NOUE	F3 ARC 2015	F3 - NOUE	F3 - NOUE	F4 ARC 2015	F4 - NOUE	F4 - NOUE	F5 ARC 2015	F5 - NOUE	F5 - NOUE	F6 ARC 2015	F6 - NOUE	F6 - NOUE	F7 - NOUE	F7 - NOUE	F8 - ARC 201	F8 - NOUE	F8 - NOUE	F9 - ARC 201	F9 - NOUE	F9 - NOUE	F0 - ARC 201	F0 - ARC 201	
Profondeur de prélèvement (m/sol)		0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	2.5 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	2.7 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.3 - 1.3 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	1.2 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.3 - 1.5 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.5 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.5 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.6 m	1.3 m	
Nature de l'échantillon		Remblais	R / TN	Remblais	Remblais																													
Date de prélèvement		24/01/2022		26/01/2022	26/01/2022	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	07/2015	
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-																													
	Odeur	-	-	-	-	odeur hydrocarbures				odeur hydrocarbures											odeur hydrocarbures													
	Aspect	-	-	-	-																													
Paramètres généraux																																		
Matière sèche	%	91.40	80.80	82.10	84.00	76.00	86.20	82.20	76.20	87.50	72.10	77.10	90.40	82.60	64.00	86.90	80.30	84.20	81.10	72.10	88.70	89.90	80.80	88.60	80.70	82.40	86.10	82.30	60.30	83.90	75.20	55.90	78.80	
pH	-	9.30	8.50	7.90	9.20		8.60	8.40		8.80	8.80	8.20	8.20	8.50		8.90	8.30	7.90	8.60	8.40		9.70	10.40	8.50	8.70	8.50	9.80	8.80		8.60	8.20			
COT	mg/kgMS	8700.00	43000.00	35000.00	46000.00		17000.00	98000.00		22000.00	130000.00	110000.00	42000.00	45000.00		35000.00	83000.00	48000.00	40000.00	33000.00		28000.00	1800.00	41000.00	26000.00	46000.00	12000.00	30000.00		95000.00	9900.00			
Cyanures totaux	mg/kgMS	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0				< 1.0			< 1.0						< 1.0																
HAP																																		
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.19	0.10	0.10	0.07	0.08	0.11	< 0.050	< 0.050	0.49	0.13	0.48	1.00	< 0.050	0.18	0.12	0.46	0.10	< 0.050	0.19	0.06	< 0.050	0.17	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	0.14	< 0.050	0.20	< 0.050	
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	1.80	< 0.050	0.06	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.12	0.13	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.50	0.09	< 0.050	0.09	0.14	0.10	< 0.050	< 0.050	0.19	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.08	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050	0.08	< 0.050	0.14	0.16	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	0.09	< 0.050	0.45	1.80	< 0.050	0.26	0.37	0.07	0.15	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	0.20	< 0.050	< 0.050	0.10	0.06	0.10	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.36	< 0.050	0.63	0.75	1.30	0.68	0.18	1.30	0.79	0.80	1.90	7.50	< 0.050	2.50	4.90	1.20	1.00	0.12	1.70	0.75	< 0.050	1.60	0.38	0.79	0.82	0.75	0.91	1.80	< 0.050	0.23	< 0.050	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.13	0.14	0.20	0.07	0.10	< 0.050	0.38	0.43	0.13	0.41	1.60	< 0.050	0.45	0.85	0.21	0.15	< 0.050	0.23	0.12	< 0.050	0.76	0.08	0.11	0.14	0.39	0.22	0.25	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.31	1.20	1.20	3.00	0.73	0.89	0.60	3.10	1.40	1.10	2.30	9.40	0.22	2.60	4.90	2.40	2.60	0.18	2.40	1.30	< 0.050	2.80	0.52	1.50	1.60	2.70	1.50	3.10	< 0.050	0.12	0.08	
Pyrrène ⁸	mg/kgMS	< 0.050	0.30	1.20	1.10	2.10	0.73	1.10	0.42	2.60	1.50	0.71	2.00	8.20	0.19	2.30	3.70	1.70	3.00	0.19	1.50	1.40	< 0.050	2.60	0.57	1.70	1.50	2.90	0.96	3.10	< 0.050	< 0.050	0.08	
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.21	0.61	0.56	0.86	0.43	0.49	0.13	1.80	0.67	0.53	0.83	4.80	0.12	1.30	2.10	1.10	1.70	0.12	1.50	0.70	< 0.050	1.50	0.26	0.82	1.00	1.60	0.41	1.80	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	0.12	0.31	0.69	0.68	1.00	0.45	0.74	0.18	1.60	0.57	0.58	0.77	3.80	0.16	1.10	1.90	1.10	1.80	0.11	8.30	0.77	< 0.050	1.20	0.26	0.59	0.87	1.20	0.50	1.90	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	0.08	0.12	0.78	0.58	1.10	0.55	0.67	0.20	1.60	0.58	0.61	0.82	3.80	0.13	1.10	1.70	1.30	1.70	0.15	5.50	0.80	< 0.050	1.20	0.26	0.64	0.95	1.30	0.45	2.10	< 0.050	< 0.050	0.07	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.35	0.31	0.49	0.24	0.28	0.12	0.85	0.32	0.27	0.44	2.30	< 0.050	0.61	0.86	0.69	0.91	< 0.050	0.67	0.42	< 0.050	0.71	0.14	0.33	0.48	0.73	0.20	0.88	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Benzo(a)pyrrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.17	0.67	0.61	0.93	0.44	0.44	0.28	1.40	0.57	0.51	0.80	3.90	0.09	1.10	1.40	1.30	1.70	0.10	1.70	0.72	< 0.050	1.20	0.22	0.63	0.80	1.60	0.33	1.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Dibenz(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050	0.06	0.12	< 0.050	0.24	0.10	< 0.050	0.12	0.54	< 0.050	0.15	0.26	0.11	0.27	< 0.050	1.40	0.12	< 0.050	0.23	< 0.050	0.06	0.14	0.18	< 0.050	0.31	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.48	0.35	0.51	0.35	0.35	0.14	0.80	0.21	0.23	0.55	2.40	< 0.050	0.72	0.77	0.71	1.00	0.08	1.10	0.52	< 0.050	0.79	0.14	0.28	0.59	0.80	0.12	1.10	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Indéno(1,2,3-cd)pyrrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.08	0.50	0.45	0.74	0.30	0.27	0.21	0.83	0.22	0.39	0.53	2.40	< 0.050	0.75	0.73	1.20	0.91	< 0.050	2.10	0.51	< 0.050	0.76	0.14	0.49	0.52	0.85	0.25	1.30	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	0.20	2.13	7.41	7.09	13.00	4.81	6.24	2.50	16.60	7.94	6.00	12.90	55.30	1.20	15.30	24.70	14.00	17.00	1.05	29.00	8.19	n.d.	15.80	2.97	6.90	9.51	15.20	6.00	19.30	n.d.	0.55	0.23	
Hydrocarbures C5-C40																																		
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS						< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS						< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS						< 0.20	< 0.20	2.00	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																																	
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																																	
HC (C6-C8)	mg/kgMS																																	
HC (C8-C10)	mg/kgMS																																	
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																																	
Fraction C10-C12	mg/kgMS	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	13.00	< 4.0	< 4.0	< 4	4.60	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4	
Fraction C12-C16	mg/kgMS	< 4.0	21.70	< 4.0	6.70	20.00	6.80	15.00	18.00	8.70	13.30	12.00	10.70	28.30	13.00	24.90	10.10	9.00	15.50	< 4.0	< 4	11.00	< 4.0	14.10	8.30	< 4	< 4.0	10.20	< 4	21.60	< 4.0	< 4	< 4	
Fraction C16-C20	mg/kgMS	< 2.0	33.90	10.10	10.60	57.00	9.30	24.90	3.00	19.10	25.40	16.00	22.80	59.80																				

Sondage

F10 - NOUVE

F10 - NOUVE

1 - ARC 20

F11 - NOUVE

F11 - NOUVE

2 - ARC 20

F11-NOUVE

F12 - NOUVE

OY F13 + F

F13 - NOUVE

F13 - NOUVE

F14 - NOUVE

F14 - NOUVE

1 - ARC 201

T1 - NOUVE

T1 - NOUVE

2 - ARC 201

T2 - NOUVE

T2 - NOUVE

3 - ARC 201

T3 - NOUVE

T3 - NOUVE

4OY T4 + T

T4 - NOUVE

T4 - NOUVE

T5 - NOUVE

T5 - NOUVE

T6 - NOUVE

T6 - NOUVE

Y T6 + T8 + 9 - ARC 201

MOY T11bis

2 - ARC 20

T13

MOY T14

MOY T15

Profondeur de prélèvement (m/sol)

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.0 - 1.1 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.0 - 1.1 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.0 - 0.8 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.5 - 1.6 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

2.4 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.1 - 1.4 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.0 - 1.0 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.0 - 1.0 m

1.0 - 2.0 m

0.0 - 1.0 m

0.4 -2.1 m

0.0 - 1.0 m

0.0 - 1.0 m

1.3 m

0.6 - 1.5 m

0.0 - 0.8 m

Nature de l'échantillon

02/2021

02/2021

07/2015

02/2021

02/2021

07/2015

02/2021

02/2021

07/2015

02/2021

02/2021

02/2021

02/2021

02/2021

07/2015

02/2021

02/2021

07/2015

02/2021

02/2021

07/2015

02/2021

02/2021

02/2021

02/2021

02/2021

02/2021

02/2021

07/2015

07/2015

07/2015

07/2015

07/2015

07/2015

07/2015

Indice organoleptique

PID (ppmV)

Odeur

Aspect

odeur hydrocarbures

Paramètres généraux

%

82.20

77.10

80.30

83.70

75.40

72.10

84.20

78.60

85.90

79.80

78.80

84.70

77.10

90.10

85.10

82.40

78.30

92.40

74.60

82.10

88.30

76.60

88.80

90.10

81.90

84.20

79.60

90.00

79.00

87.60

83.00

85.50

78.50

79.00

69.50

86.90

pH

-

8.50

8.60

8.30

8.60

8.50

8.10

8.30

8.50

8.40

8.10

8.30

8.50

8.60

9.60

8.50

78.30

9.30

8.50

8.80

9.40

8.50

9.10

9.20

8.90

9.40

8.50

8.50

8.30

8.30

9.70

9.10

COT

mg/kgMS

74000.00

5600.00

13000.00

99000.00

70000.00

12000.00

31000.00

2300.00

20000.00

160000.00

57000.00

19000.00

2500.00

60000.00

14000.00

11000.00

5700.00

210000.00

30000.00

15000.00

95000.00

1400.00

1600.00

36000.00

29000.00

30000.00

81000.00

130000.00

3200.00

110000.00

Cyanures totaux

mg/kgMS

190.00

< 1.0

< 1.0

< 1.0

< 1.0

< 1.0

HAP

mg/kgMS

< 0.08

< 0.050

3.40

0.07

0.68

< 0.050

0.24

< 0.050

0.10

0.46

< 0.050

0.20

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

0.59

< 0.050

0.07

< 0.050

< 0.050

< 0.050

0.19

0.15

< 0.050

0.17

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050

< 0.050</

Sondage		R1-PZ1	R2-PZ2	R3-PZ3	R4-PZ4	R5	R6	SP1	SP2	SP3	5 - ARC 20	F15 - NOUE	F15 - NOUE	5 - ARC 20	6 - ARC 20	6 - ARC 20	6 - ARC 20	F16 - NOUE	F16 - NOUE	6 - ARC 20	7 - ARC 20	F17 - NOUE	F17 - NOUE	7 - ARC 20	8 - ARC 20	8 - ARC 20	8 - ARC 20	F18 - NOUE	F18 - NOUE	F19 - NOUE	F19 - NOUE	F20 - 2017	F20 - 2017	F20 - NOUE	F20 - NOUE	1 - ARC 20	1 - ARC 20	
Profondeur de prélèvement (m/sol)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.2 - 1.2 m	1.2 m	2.0 m	2.9 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.25 - 1.1 m	1.7 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.08 - 1.0 m	0.7 m	1.6 m	2.2 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.25 m	1.4 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	1.8 m	2.4 m	
Nature de l'échantillon																																						
Date de prélèvement		01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	03/2017	02/2021	02/2021	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	02/2021	02/2021	03/2017	03/2017	02/2021	02/2021	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	03/2017	03/2017	02/2021	02/2021	03/2017	03/2017	
Indice organoleptique	PID (ppmV)																																					
	Odeur																																					
	Aspect																																					
Paramètres généraux																																						
Matière sèche	%	65.30	76.60	80.90	84.70	80.60	74.20	76.70	81.30	93.50	73.30	92.10	81.50	84.80	84.80	71.50	81.90	83.40	81.00	85.00	80.20	92.60	78.90	84.60	82.80	78.20	79.80	83.40	77.60	86.40	80.80	80.70	83.50	82.80	79.90	75.60	62.10	
pH	-											8.60	8.20	7.60				8.30	8.50	7.10		8.70	8.80	8.00			8.70	8.60	8.30	8.70			8.30	8.60				
COT	mg/kgMS											12000.00	4800.00	59000.00				23000.00	2600.00	60000.00		19000.00	2300.00	71000.00				65000.00	2400.00	16000.00	6900.00			48000.00	3600.00			
Cyanures totaux	mg/kgMS																																					
HAP																																						
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS											0.41	0.12	0.10	0.21	0.12	0.31	< 0.050	< 0.50	< 0.050	0.19	0.14	< 0.050	< 0.050	0.30	0.34	< 0.050	2.60	< 0.050	< 0.050	< 5.0	< 0.050	0.09	0.09	< 0.50	< 0.050	0.09	1.00
Acénaphthylène	mg/kgMS											< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.17	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	< 5.0	< 0.050	< 0.050	0.06	< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.50		
Acénaphthène	mg/kgMS											< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.06	< 0.050	< 0.050	0.54	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.19	< 0.050	< 0.050	0.12	< 0.050	< 5.0	< 0.050	0.19	0.07	0.80	< 0.050	< 0.050	0.71
Fluorène	mg/kgMS											< 0.050	0.08	< 0.050	0.19	0.11	< 0.050	< 0.050	1.60	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	0.12	0.33	< 0.050	0.10	0.60	< 0.050	7.20	< 0.050	0.12	0.10	3.00	< 0.050	< 0.050	< 0.50	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS											1.10	1.40	0.61	1.10	1.40	0.66	< 0.050	24.60	< 0.050	0.98	1.20	0.06	< 0.050	1.90	7.00	0.36	0.63	7.40	< 0.050	117.00	0.08	1.90	0.93	57.40	< 0.050	0.22	3.90
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS											< 0.050	0.29	0.12	0.25	0.21	< 0.050	< 0.050	5.40	< 0.050	0.16	0.15	< 0.050	< 0.050	0.27	0.94	< 0.050	0.15	1.60	< 0.050	28.10	< 0.050	0.36	0.14	9.10	< 0.050	< 0.050	< 0.50
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS											0.31	1.70	0.80	2.80	2.10	0.57	< 0.050	45.80	< 0.050	2.00	2.00	0.10	< 0.050	3.00	10.00	0.27	0.90	7.10	< 0.050	267.00	< 0.050	3.10	1.40	53.50	< 0.050	0.54	3.20
Pyréne ⁸	mg/kgMS											0.38	1.80	0.82	1.80	1.30	0.49	< 0.050	33.50	< 0.050	1.20	1.50	0.11	< 0.050	1.90	6.50	0.33	0.66	5.40	< 0.050	197.00	0.09	2.50	0.90	36.50	< 0.050	0.37	2.30
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS											0.25	1.20	0.55	1.40	0.81	0.28	< 0.050	21.80	< 0.050	0.89	0.81	0.06	< 0.050	1.10	3.50	0.20	0.58	3.40	< 0.050	114.00	< 0.050	1.90	0.79	21.00	< 0.050	0.28	4.20
Chrysène ^{5,10}	mg/kgMS											0.38	1.10	0.45	1.40	0.83	0.31	< 0.050	16.50	< 0.050	1.50	0.85	0.07	< 0.050	1.10	3.30	0.28	0.53	3.40	< 0.050	83.20	< 0.050	5.00	0.93	15.80	< 0.050	0.25	5.30
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS											0.20	1.20	0.53	1.70	0.81	0.22	< 0.050	17.90	< 0.050	1.40	0.74	< 0.050	< 0.050	1.10	3.00	0.18	0.43	2.90	< 0.050	92.90	< 0.050	3.50	0.93	15.20	< 0.050	0.36	1.90
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS											0.08	0.56	0.28	0.81	0.40	0.14	< 0.050	9.80	< 0.050	0.49	0.42	< 0.050	< 0.050	0.56	1.40	0.07	0.16	1.20	< 0.050	51.20	< 0.050	0.69	0.40	8.80	< 0.050	0.17	< 0.50
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS											0.14	1.00	0.47	1.50	0.67	0.22	< 0.050	14.90	< 0.050	0.99	0.61	< 0.050	< 0.050	1.00	2.50	0.09	0.30	2.20	< 0.050	71.20	< 0.050	1.40	0.63	12.40	< 0.050	0.36	0.82
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS											< 0.050	0.16	0.09	0.19	0.06	< 0.050	< 0.050	3.00	< 0.050	0.22	< 0.050	< 0.050	0.14	0.35	< 0.050	< 0.050	0.46	< 0.050	16.40	< 0.050	0.63	0.09	2.30	< 0.050	< 0.050	< 0.50	
Benzo(g,h,i)peryène ^{5,10}	mg/kgMS											< 0.050	0.64	0.31	0.92	0.28	0.27	< 0.050	9.00	< 0.050	0.67	0.31	0.07	< 0.050	0.58	1.20	0.08	0.21	1.00	< 0.050	42.00	0.07	0.92	0.25	7.90	< 0.050	0.22	< 0.50
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS											0.11	0.62	0.27	1.20	0.42	0.21	< 0.050	9.70	< 0.050	0.85	0.46	0.09	< 0.050	0.74	1.90	0.09	0.23	1.40	< 0.050	47.70	0.07	1.50	0.53	8.60	< 0.050	0.29	< 0.50
Somme des 16 HAP	mg/kgMS											3.40	11.90	5.40	16.00	9.60	3.70	< lq	214.00	n.d.	12.00	9.20	0.56	n.d.	14.00	42.00	1.90	7.50	38.30	n.d.	1130.00	0.30	24.00	8.20	252.00	n.d.	3.10	23.00
Hydrocarbures C5-C40																																						
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS											< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0		< 1.0		< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20		< 1.0
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS											< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0		1.50		< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20	1.50	1.30	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20		< 1.0	
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS											< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0		1.70		< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20	1.50	1.30	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20		1.60	
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																																					
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																																					
HC (C6-C8)	mg/kgMS																																					
HC (C8-C10)	mg/kgMS																																					
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																																					
Fraction C10-C12	mg/kgMS	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	10.00	< 4.0	< 4.0	< 4	10.00	< 4	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	8.00	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4	< 4	5.00	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	42.00	
Fraction C12-C16	mg/kgMS	< 4	< 4	7.00	< 4	6.00	< 4	< 4	5.00	< 4	38.00	4.90	< 4.0	7.00	29.00	20.00	< 4	15.10	< 4.0	9.00	42.00	< 4.0	< 4.0	17.00	18.00	18.00	28.00	9.80	< 4.0	61.60	< 4.0	12.00	24.00	18.00	< 4.0	< 4	230.00	
Fraction C16-C20	mg/kgMS	< 2	11.00	19.00	< 2	43.00	9.00	3.00	7.00	< 2	33.00	11.10	3.10	19.00	39.00	45.00	< 2	100.00	< 2.0	16.00	69.00	4.80	< 2.0	30.00	51.00	22.00	280.00	33.90	<									

Sondage		1 - ARC 20	1 - ARC 20	F22	F22	MOY F22	F23	F23	MOY F23	F1-1	F1-1	F1-2	F2-1	F2-1	F2-1	F2-2	F21-A	F21-B	F21-C	F21-D	F21-D	Z1-FA	Z1-FE	Z1-PK	Z1-PJ	Z1-PI	Z1-PG	Z1-PE	Z1-PD	Z1-PD	Z1-PC	Z1-PB	Z1-PA	Z1-PA	Z2-FA	Z2-FC	Z2-PA	Z2-PC
Profondeur de prélèvement (m/sol)		2.6 m	0.15 - 1.2 m	2.1 m	2.5 m	0.1 - 1.0 m	1.8 m	2.3 m	0.4 - 1.2 m	2.2 m	2.8 m	2.2 m	0.6 m	2.2 m	2.8 m	2.7 m	2.2 m	2.3 m	2.2 m	1.6 m	2.2 m	1.7 m	1.4 m	0.7 m	0.6 m	1.0 m	1.2 m	0.8 m	0.6 m	1.3 m	0.9 m	1.4 m	0.6 m	1.3 m	2.7 m	2.7 m	2.0 m	2.0 m
Nature de l'échantillon																																						
Date de prélèvement		03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	04/2017	04/2017	04/2017	04/2017	04/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	
Indice organoleptique	PID (ppmV)																																					
	Odeur																																					
	Aspect																																					
Paramètres généraux																																						
Matière sèche	%	66.50	77.90	72.90	83.50	81.50	75.40	72.10	82.20	82.30	73.40	65.40	80.10	74.30	76.30	79.60	74.70	75.90	76.00	86.20	75.60	79.6	75.8	81.2	88.0	80.2	81.7	77.7	76.2	75.4	79.2	76.9	79.8	81.8	80.1	79.9	65.9	71.4
pH	-		8.10			7.30			8.10								8.10																					
COT	mg/kgMS		88000.00			32000.00			71000.00								83000.00																					
Cyanures totaux	mg/kgMS																																					
HAP																																						
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	1.10	0.60		0.28	0.09	< 0.050	< 0.050	0.34	< 0.050	< 0.050	0.17	< 0.050	< 0.050		< 0.050	0.070																		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.50	0.32		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.30	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050																	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Acénaphthène	mg/kgMS	1.30	< 0.050		0.22	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.16	< 0.050	0.15	< 0.050	0.07		< 0.050	0.08																	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Fluorène	mg/kgMS	< 0.50	0.49		0.25	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.34	0.13	< 0.050	0.15	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050																	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.12	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	2.60	3.00		1.60	0.48	0.20	0.25	1.50	0.86	< 0.050	2.10	0.44	0.79		< 0.050	0.43																	< 0.050	< 0.050	0.29	1.40	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.50	0.53		0.23	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.34	0.17	< 0.050	0.18	< 0.050	0.09		< 0.050	0.09																	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.25	
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	2.40	3.60		3.60	0.99	0.19	0.98	2.80	1.20	< 0.050	2.10	0.84	0.38		< 0.050	0.91																	< 0.050	< 0.050	0.27	2.70	
Pyréne ⁸	mg/kgMS	1.50	2.20		3.00	0.64	0.24	0.90	2.10	1.00	< 0.050	1.50	0.54	0.61		< 0.050	0.82																	< 0.050	< 0.050	0.26	2.00	
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	2.70	1.70		0.84	0.65	0.13	0.35	1.20	0.41	< 0.050	0.73	0.29	0.36		< 0.050	0.37																	< 0.050	< 0.050	0.21	1.00	
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	3.60	1.50		0.86	1.70	0.16	0.44	1.20	0.57	< 0.050	0.72	0.34	0.31		< 0.050	0.46																	< 0.050	< 0.050	0.26	1.00	
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	0.98	1.50		1.40	2.00	0.13	0.49	1.20	0.49	< 0.050	0.75	0.39	0.26		< 0.050	0.44																	< 0.050	< 0.050	0.18	0.97	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.50	0.81		0.60	0.77	< 0.050	0.26	0.56	0.19	< 0.050	0.43	0.20	0.22		< 0.050	0.20																	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.50	
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.50	1.50		1.30	1.30	0.07	0.53	1.20	0.39	< 0.050	0.38	0.31	0.15		< 0.050	0.44																	< 0.050	< 0.050	0.13	0.99	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.50	0.15		0.08	0.29	< 0.050	< 0.050	0.12	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050																	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.10	
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	< 0.50	0.81		0.59	1.00	0.28	0.31	0.63	0.26	< 0.050	0.32	0.25	0.16		< 0.050	0.35																	< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.50	1.10		0.73	1.50	0.08	0.39	0.77	0.29	< 0.050	0.40	0.34	0.13		< 0.050	0.33																	< 0.050	< 0.050	0.10	0.60	
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	16.00	20.00		16.00	11.00	1.50	4.90	15.00	6.10	< lq	10.00	3.90	3.50		< lq	5.00																	< lq	< lq	1.80	12.00	
Hydrocarbures C5-C40																																						
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS		< 1.0		< 1.0	1.80	< 1.0	< 1.0	< 1.0			< 1.0		< 1.0																								
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS		< 1.0		< 1.0	3.40	< 1.0	< 1.0	< 1.0			< 1.0		< 1.0																								
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS		< 1.0		1.60	5.30	< 1.0	< 1.0	< 1.0			< 1.0		< 1.0																								
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																																					
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																																					
HC (C6-C8)	mg/kgMS																																					
HC (C8-C10)	mg/kgMS																																					
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																																					
Fraction C10-C12	mg/kgMS	81.00	< 4	< 4	44.00	< 4	< 4	18.00	< 4	< 4	< 4	13.00	< 4	9.00	14.00	< 4	510.00	25.00	6.00	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	9.00	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	
Fraction C12-C16	mg/kgMS	320.00	21.00	16.00	110.00	29.00	25.00	210.00	17.00	18.00	< 4	38.00	5.00	42.00	63.00	< 4	1450.00	95.00	22.00	15.00	< 4	29.00	12.00	17.00	9.00	12.00	9.00	14.00	7.00	7.00	42.00	12.00	15.00	< 4	< 4	< 4	< 4	
Fraction C16-C20	mg/kgMS	2680.00	35.00	26.00	51.00	65.00	34.00	290.00	29.00	56.00	< 2	60.00	11.00	71.00	83.00	< 2	290.00	74.00	37.00	34.00	3.00	92.00	26.00	27.00	34.00	22.00	20.00	23.00	11.00	19.00	87.00	73.00	81.00	20.00	< 2	< 2	32.00	15.00
Fraction C20-C24	mg/kgMS	8620.00	37.00	23.00	54.00	70.00	36.00	220.00	33.00	100.00	< 2	120.00	27.00	110.00	90.00	< 2	56.00	110.00	38.00	57.00	4.00	110.00	54.00	46.00	82.00	36.00	39.00	30.00	13.00	50.00	120.00	120.00	110.00	51.00	< 2	< 2	35.00	50.00
Fraction C24-C28	mg/kgMS	11400.00	32.00	15.00	67.00	72.00	34.00	83.00	38.00	77.00	< 2	210.00	71.00	150.00	120.00	< 2	40.00	130.00	32.00	67.00	5.00	70.00	90.00	60.00	110.00	50.00	80.00	30.00	18.00	110.00	140.00	94.00	95.00	75.00	< 2	< 2	32.00	74.00
Fraction C28-C32	mg/kgMS	8170.00	19.00	10.00	47.00	63.00	24.00	37.00	33.00	50.00	< 2	230.00	90.00	130.00	110.00	< 2	36.00	100.00	28.00	52.00	7.00	45.00	95.00	63.00	97.00	49.00	88.00	24.00	18.00	130.00	140.00	62.00	63.00	66.00	3.00	3.00	24.00	66.00
Fraction C32-C36	mg/kgMS	3940.00	8.00	5.00	22.00	44.00	13.00	15.00	19.00	23.00	< 2	100.00	85.00	58.00	54.00	< 2	9.00	47.00	12.00	21.00	< 2	33.00	44.00															

Sondage		Z2-PH	Z2-PD	Z2-PE	Z2-PF	SDIS 1	SDIS 1	SDIS 1	SDIS 2	SDIS 2	SDIS 3	SDIS 3	SDIS 4	SDIS 4	SDIS 4	SDIS 5	SDIS 5	SDIS 5	SDIS 6	SDIS 6	SDIS 7	SDIS 7	SDIS 7	SDIS 8	SDIS 8	SDIS 9	SDIS 9	SDIS 9	SDIS 10	SDIS 10	SDIS 11	SDIS 11	SDIS 11	Pz2	Pz2	Pz3	Pz3
Profondeur de prélèvement (m/sol)		1.8 m	2.3 m	2.3 m	2.3 m	0.5	1.2	2.0	0.5	1.6	0.5	1.6	0.3	0.9	1.6	0.5	1.2	1.6	0.2	0.9	0.5	1.2	2.0	0.5	1.2	0.9	1.2	2.0	0.5	1.2	0.5	1.2	2.0	0.5	1.5	0.7	1.4
Nature de l'échantillon																																					
Date de prélèvement		05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	
Indice organoleptique	PID (ppmV)																																				
	Odeur																																				
	Aspect																																				
Paramètres généraux																																					
Matière sèche	%	77.8	60.8	60.1	72.1	78.90	84.60	80.20	82.70	85.00	81.80	78.60	99.60	81.30	78.80	89.40	72.60	96.60	85.20	79.90	90.90	73.50	54.70	81.90	82.10	65.20	70.40	80.70	81.60	79.40	76.60	70.60	70.90	87.70	70.40	84.40	79.70
pH	-																																				
COT	mg/kgMS																																				
Cyanures totaux	mg/kgMS																																				
HAP																																					
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.23	< 0.050	0.32	< 0.050	< 0.050		0.09	0.16	0.11	0.74	0.12	0.37		< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.68		0.29	0.29	< 0.050	< 0.050		0.07	0.14	< 0.050	< 0.050		2.10	0.40	0.82	0.29
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.26	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.27	0.22	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.34	< 0.050	< 0.050	< 0.050
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.95	0.21	< 0.050	< 0.050		
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.40	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.44	0.28	< 0.050	0.23		< 0.050	< 0.050	0.13	< 0.050		4.80	0.51	0.10	< 0.050
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	0.37	0.74	0.82	0.22	0.43	0.21		1.10	1.30	1.60	0.71	0.52	0.38		0.49	0.81		0.54	0.31	0.26	0.44		2.20	1.50	0.41	0.41		0.22	0.37	1.70	0.27	23.70	3.70	2.10	0.97	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.18	0.24	0.40	< 0.050	0.07	< 0.050		0.08	0.11		0.12	0.07	0.07	< 0.050		0.40	0.26	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.51	< 0.050		7.00	0.57	0.32	0.13
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.49	1.80	2.20	0.36	0.33	0.38		2.10	1.90	2.00	0.28	0.79	0.49		0.32	0.55		0.95	0.33	0.53	1.50		2.40	2.40	0.20	0.12		0.13	0.39	2.60	0.23	26.30	6.80	3.80	1.50	
Pyréne ⁸	mg/kgMS	0.39	1.40	1.50	0.29	0.47	0.34		1.80	2.20	2.10	0.55	1.00	0.44		1.20	0.99		1.10	0.56	0.50	1.80		2.10	2.30	0.51	0.16		0.28	0.55	2.30	0.34	20.30	5.50	3.20	1.50	
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	0.21	0.59	0.62	0.14	0.20	0.14		1.20	1.40	1.10	0.20	0.61	0.22		0.59	0.56		0.49	0.38	0.24	0.84		0.98	1.20	0.21	0.10		0.12	0.26	1.20	0.11	12.20	2.30	1.50	0.70	
Chrysène ^{6,10}	mg/kgMS	0.28	0.72	0.80	0.17	0.29	0.19		1.60	2.50	0.78	0.22	0.90	0.23		1.50	0.51		0.49	1.10	0.19	0.73		1.10	1.10	0.21	0.07		0.15	0.25	1.30	0.14	9.60	2.10	1.20	0.66	
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	0.26	0.82	0.92	0.18	0.24	0.20		1.60	2.10	0.81	0.27	0.86	0.10		1.10	0.48		0.52	0.80	0.25	0.90		0.96	0.88	0.13	0.13		0.12	0.24	0.81	0.11	8.90	2.30	1.70	0.69	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.11	0.41	0.47	0.09	0.09	0.09		0.59	0.64	0.48	0.08	0.31	0.06		0.21	0.23		0.26	0.15	0.12	0.48		0.43	0.48	< 0.050	< 0.050		< 0.050	0.12	0.39	< 0.050		5.00	1.30	0.76	0.38
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.92	0.98	0.18	0.18	0.17		0.82	1.10	0.88	0.18	0.55	0.15		0.51	0.39		0.48	0.33	0.22	1.00		0.85	0.62	0.11	< 0.050		0.09	0.20	0.56	< 0.050		9.00	2.30	1.70	0.63
Dibenz(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.24	0.38	0.13	< 0.050	0.13	< 0.050		0.27	0.12		0.06	0.19	< 0.050	0.10		0.21	0.15	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.16	< 0.050		1.40	0.31	0.21	0.12
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.64	< 0.050	0.15	0.15	0.13		0.59	0.81	0.42	0.20	0.43	0.07		0.39	0.26		0.35	0.23	0.13	0.59		0.37	0.38	0.08	< 0.050		0.07	0.15	0.27	< 0.050		4.60	1.70	1.10	0.46
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.82	0.75	0.17	0.08	0.12		0.74	1.10	0.44	0.10	0.55	0.07		0.36	0.17		0.32	0.23	0.17	0.64		0.44	0.38	< 0.050	< 0.050		0.06	0.12	0.23	< 0.050		4.60	1.60	1.20	0.39
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	2.10	9.20	9.20	2.30	2.46	1.97		12.60	15.80	11.90	3.52	6.84	2.59		7.02	5.18		5.68	4.68	2.68	9.70		13.40	12.40	1.86	1.22		1.31	2.79	12.20	1.20		141.00	31.60	19.70	8.42
Hydrocarbures C5-C40																																					
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS					< 0.20		< 0.20	< 0.20		< 0.20		< 0.20		< 0.20		< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20		< 0.20		< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS					< 0.20		< 0.20	< 0.20		< 0.20		< 0.20		< 0.20		0.30	< 0.20		< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20		< 0.20		< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS					< 0.20		< 0.20	< 0.20		< 0.20		< 0.20		< 0.20		0.30	< 0.20		< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20		< 0.20		< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																																				
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																																				
HC (C6-C8)	mg/kgMS																																				
HC (C8-C10)	mg/kgMS																																				
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																																				
Fraction C10-C12	mg/kgMS	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	6.50	< 4.0	9.10	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	8.30	160.00	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	12.50	< 4.0	< 4.0	< 4.0
Fraction C12-C16	mg/kgMS	19.00	< 4	< 4	6.00	9.80	7.60	7.60	6.90	12.50	9.80	32.60	11.00	31.60	< 4.0	7.50	82.80	22.50	7.00	< 4.0	< 4.0	9.70	< 4.0	18.70	23.00	37.60	720.00	< 4.0	11.90	11.00	22.30	19.40	< 4.0	69.40	13.50	11.50	12.40
Fraction C16-C20	mg/kgMS	71.00	9.00	9.00	9.00	18.60	13.60	23.10	19.80	32.00	26.70	36.60	20.80	52.80	2.80	25.30	90.90	32.50	17.00	5.90	9.20	17.00	35.60	36.50	33.30	55.10	540.00	< 2.0	11.50	16.60	35.90	28.00	3.10	240.00	48.40	19.10	20.10
Fraction C20-C24	mg/kgMS	89.00	11.00	11.00	10.00	31.60	15.50	51.20	37.10	40.70	30.90	24.60	32.90	110.00	< 2.0	58.50	64.30	36.10	37.00	20.90	13.60	20															

Annexe 4 : Synthèse des données disponibles sur les eaux souterraines

SYNTHESE DES RESULTATS D'ANALYSES

EAUX SOUTERRAINES

CAB - Friche RESURGAT
OUTREAU (62)
20,000829

Désignation de l'échantillon		Critères de comparaison					Pz1		Pz2		Pz3		Pz4	
Date de prélèvement		Arrêté du 17/12/2008	AM du 11/01/2007 Annexe I	AM du 11/01/2007 Annexe II	Directives OMS, 2004 - Annexe 4	US EPA	09/03/21	19/01/22	09/03/21	19/01/22	09/03/21	19/01/22	09/03/21	19/01/22
Piézométrie	Profondeur (m/repère)	Seuil de qualité chimique des eaux	Limites et référence de qualité des eaux de consommation	Limites de qualité des eaux brutes destinées à la consommation	Valeur de guide pour la qualité de l'eau de consommation	Limites de qualité pour les eaux de boisson (MCL : Maximum Content Level)	7.6	6.6	6.0	5.6	7.0	6.4	7.6	7.6
	Niveau des eaux (NGF)						3.96	4.25	3.97	4.09	3.74	3.82	3.23	3.25
Indice organoleptique	Odeur						-	-	-	-	-	-	-	-
	Couleur						-	-	-	-	-	-	-	-
	Fines / MES						-	-	oui	-	oui	oui	-	-
Analyses physico-chimiques														
pH			6,5 - 9,0				8,50	7,85	8,17	8,00	7,70	7,79	7,56	7,89
Température	°C						11,1	9,6	12,5	10,1	13,3	10,3	14,4	11,1
Conductivité à 20 °C	µS/cm		1 100				1 690	1 460	1 240	1 330	1 740	1 790	4 300	3 420
Eléments Traces Métalliques (ETM)														
Arsenic (As)	µg/L	10	10	100	10	10	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Cadmium (Cd)	µg/L	5	5	5	3	5	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Chrome (Cr)	µg/L		50	50	50	100	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Cuivre (Cu)	µg/L		2 000		2 000	1 300	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Mercurure (Hg)	µg/L	1	1	1	6	2	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Nickel (Ni)	µg/L		20		10		< 5,0	< 5,0	5,2	< 5,0	< 5,0	5,4	5,1	
Plomb (Pb)	µg/L	10	10	50	10	15	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Zinc (Zn)	µg/L			5 000			1 000	1 700	16	16	15	34	6,0	14
BTEX														
Benzène	µg/L		1		10	5	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Toluène	µg/L				700	1 000	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Ethylbenzène	µg/L				300	700	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
m,p-Xylène	µg/L						< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
o-Xylène	µg/L						< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Somme des Xylènes	µg/L				500	10 000	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Somme des BTEX	µg/L						< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
HAP														
Naphtalène	µg/L	1,0 - 2,0					< 0,02	< 0,02	0,03	0,05	< 0,02	0,03	< 0,02	0,03
Acénaphthylène	µg/L						< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Acénaphthène	µg/L						< 0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluorène	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,056	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Phénanthrène	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,15	< 0,010	0,014	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Anthracène	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,061	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Fluoranthène ⁶	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,23	0,015	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Pyrène	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,17	0,034	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(a)anthracène	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,11	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Chrysène	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,11	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(b)fluoranthène ^{4,6}	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,079	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(k)fluoranthène ^{4,6}	µg/L						< 0,01	< 0,01	0,042	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pyrène ⁶	µg/L		0,01		0,7	0,2	< 0,010	< 0,010	0,084	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Dibenz(a,h)anthracène	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,015	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Benzo(g,h,i)péryène ^{4,6}	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,055	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{4,6}	µg/L						< 0,010	< 0,010	0,053	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Somme 4 HAP ⁴	µg/L		0,1				< lq	< lq	0,229	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Somme 6 HAP ⁶	µg/L			1			< lq	< lq	0,543	0,015	< lq	< lq	< lq	< lq
HAP (EPA) - somme 16	µg/L						< lq	< lq	1,3	0,099	0,014	0,03	n.d.	0,03
Hydrocarbures C5-C40														
Fraction aliphatique C5-C6	µg/L						< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Fraction aliphatique >C6-C8	µg/L						< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Fraction aliphatique >C8-C10	µg/L						< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Fraction aromatique >C6-C8	µg/L						< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Fraction aromatique >C8-C10	µg/L						< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Fraction C6-C8	µg/L						< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0
Fraction C8-C10	µg/L						< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0
Hydrocarbures volatils C5-C10														
Fraction C10-C12	µg/L						< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Fraction C12-C16	µg/L						< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Fraction C16-C20	µg/L						< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Fraction C20-C24	µg/L						5,2	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,4	< 5,0	< 5,0
Fraction C24-C28	µg/L						6,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	8,2	< 5,0	< 5,0
Fraction C28-C32	µg/L						< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	5,2	< 5,0	< 5,0
Fraction C32-C36	µg/L						< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Fraction C36-C40	µg/L						< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/L			1000			< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
COHV														
Dichlorométhane	µg/L				20	5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tétrachlorométhane (ou tétrachlorure de carbone)	µg/L				4	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Trichlorométhane (ou chloroforme)	µg/L				300		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1-Dichloroéthane	µg/L						< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,2-Dichloroéthane	µg/L		3		30	5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg/L					200	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1,2-Trichloroéthane	µg/L					5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg/L					7	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Chlorure de Vinyle	µg/L		0,5		0,3	2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
cis-1,2-Dichloroéthène (cDCE)	µg/L					70	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tDCE)	µg/L					100	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Somme cDCE + tDCE	µg/L				50		< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
Trichloroéthylène (TCE)	µg/L	10			20	5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/L	10			40	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Somme TCE + PCE	µg/L		10				< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq	< lq
PCB														
PCB (28)	µg/L						< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB (52)	µg/L						< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
PCB (101)	µg/L						< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010				

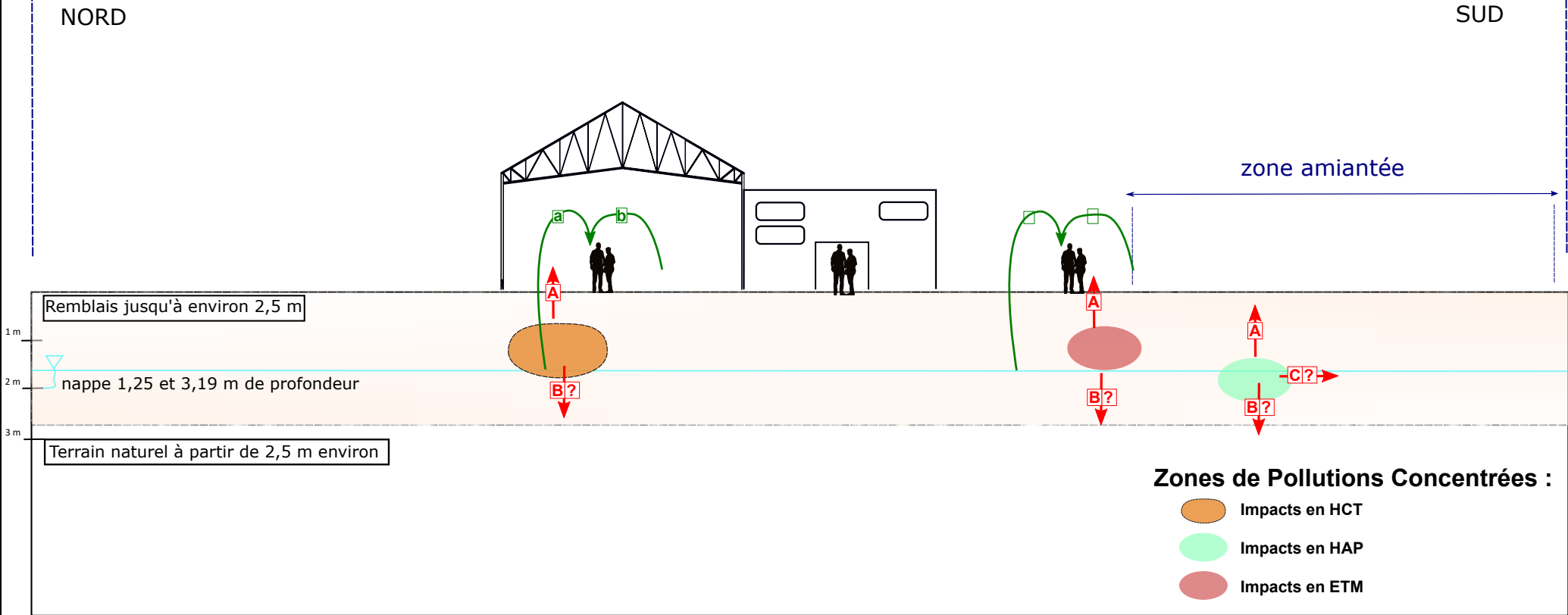
Annexe 5 : Synthèse des données disponibles sur les gaz du sol


Dénomination de l'échantillon (Année-Site-PzRxx))		PzR1				PzR2				PzR3				PzR4		PzR5		PzR6		PzR7		BdT	
Date de prélèvement		09/03/2021		09/02/2022		09/03/2021		09/02/2022		09/03/2021		09/02/2022		09/02/2022		09/02/2022		09/02/2022		09/02/2022		09/02/2022	
Zone d'analyse (mesure ou contrôle)		Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle	Mesure	Contrôle
Paramètre de prélèvement pour analyses TPH, BTEXN, COHV - Charbon actif	Temps (min)	90		90		90		90		90		90		90		90		90		90		-	
	Débit (l/min)	0.78		0.81		0.80		0.81		0.87		0.81		0.81		0.80		0.81		0.81		-	
Paramètre de prélèvement pour l'analyse du mercure - Carulite	Temps (min)	90		90		90		90		90		90		90		-		90		-		-	
	Débit (l/min)	0.71		0.80		0.76		0.80		0.77		0.80		0.81		-		0.80		-		-	
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
	Odeur	-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-	
Unités		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
TPH (Hydrocarbures volatils)																							
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6		< 0.057	< 0.114	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.028	< 0.110	< 0.055	< 0.102	< 0.051	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.056	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055		
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8		< 0.057	< 0.114	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.028	< 0.110	< 0.055	< 0.102	< 0.051	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.056	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055		
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10		< 0.057	< 0.114	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.028	< 0.110	< 0.055	< 0.102	< 0.051	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.056	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055		
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12		< 0.057	< 0.114	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.028	< 0.110	< 0.055	< 0.102	< 0.051	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.056	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055		
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16		< 0.057	< 0.114	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.028	< 0.110	< 0.055	< 0.102	< 0.051	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.056	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055		
Somme Hydrocarbures aliphatiques C5-C16		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7		< 0.001	< 0.003	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001		
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8		0.004	< 0.006	0.010	< 0.003	< 0.006	< 0.001	0.016	< 0.003	< 0.005	< 0.003	0.013	< 0.003	0.011	< 0.003	< 0.006	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10		< 0.057	< 0.114	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.028	< 0.110	< 0.055	< 0.102	< 0.051	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.056	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055		
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12		< 0.057	< 0.114	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.028	< 0.110	< 0.055	< 0.102	< 0.051	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.056	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055		
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16		< 0.057	< 0.114	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.028	< 0.110	< 0.055	< 0.102	< 0.051	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055	< 0.111	< 0.056	< 0.110	< 0.055	< 0.110	< 0.055		
Somme Hydrocarbures aromatiques C5-C16		0.004	n.d.	0.010	n.d.	n.d.	n.d.	0.016	n.d.	n.d.	n.d.	0.012	n.d.	0.011	n.d.	< 0.111	n.d.	< 0.110	n.d.	< 0.110	n.d.		
Somme Hydrocarbures C5-C16		0.004	n.d.	0.010	n.d.	n.d.	n.d.	0.016	n.d.	n.d.	n.d.	0.012	n.d.	0.011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
BTEXN																							
Naphtalène		< 0.003	< 0.006	< 0.005	< 0.003	< 0.006	< 0.001	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.006	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003		
Benzène		< 0.001	< 0.003	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001		
Toluène		0.004	< 0.006	0.010	< 0.003	< 0.006	< 0.001	0.016	< 0.003	< 0.005	< 0.003	0.013	< 0.003	0.011	< 0.003	< 0.006	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003		
Ethylbenzène		0.003	< 0.006	< 0.005	< 0.003	< 0.006	< 0.001	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.006	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003		
m,p-Xylène		0.005	< 0.006	0.007	< 0.003	< 0.006	< 0.001	0.011	< 0.003	0.006	< 0.003	0.009	< 0.003	0.008	< 0.003	< 0.006	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003		
o-Xylène		0.003	< 0.006	< 0.005	< 0.003	< 0.006	< 0.001	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.006	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003		
Somme Xylènes		0.008	n.d.	0.007	n.d.	n.d.	n.d.	0.011	n.d.	0.006	n.d.	0.009	n.d.	0.008	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Somme des BTEXN		0.015	n.d.	0.017	n.d.	n.d.	n.d.	0.028	n.d.	0.006	n.d.	0.022	n.d.	0.019	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
COHV																							
Dichlorométhane		< 0.007	< 0.014	< 0.014	< 0.007	< 0.014	< 0.003	< 0.014	< 0.007	< 0.013	< 0.006	< 0.014	< 0.007	< 0.014	< 0.007	< 0.014	< 0.007	< 0.014	< 0.007	< 0.014	0.007		
Trichlorométhane		< 0.006	< 0.011	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.003	< 0.011	< 0.005	< 0.010	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005		
Tétrachlorométhane		< 0.006	< 0.011	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.003	< 0.011	< 0.005	< 0.010	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005		
Trichloroéthylène		< 0.001	< 0.003	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001	< 0.003	< 0.001		
Tétrachloroéthylène		< 0.006	< 0.011	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.003	< 0.011	< 0.005	< 0.010	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005		
1,1,1-Trichloroéthane		0.007	< 0.011	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.003	0.016	< 0.005	< 0.010	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005		
1,1,2-Trichloroéthane		< 0.006	< 0.011	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.003	< 0.011	< 0.005	< 0.010	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005		
1,1-Dichloroéthane		< 0.003	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.006	< 0.001	< 0.011	< 0.005	< 0.005	< 0.003	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005		
1,2-Dichloroéthane		< 0.006	< 0.011	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.003	< 0.011	< 0.005	< 0.010	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005		
cis-1,2-Dichloroéthène (cDCE)		< 0.006	< 0.011	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.003	< 0.011	< 0.005	< 0.010	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005		
Trans-1,2-Dichloroéthylène (tDCE)		< 0.006	< 0.011	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.003	< 0.011	< 0.005	< 0.010	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.011	< 0.005		
Somme cDCE + tDCE		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Chlorure de Vinyle		< 0.003	< 0.006	< 0.005	< 0.003	< 0.006	< 0.001	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.006	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003		
1,1-Dichloroéthène		< 0.006	< 0.011	< 0.005	< 0.003	< 0.011	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.010	< 0.005	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.006	< 0.003	< 0.005	< 0.003	< 0.005	< 0.003		
Somme des COHV		0.007	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.016	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		
Autres analyses																							
Mercure (Hg)		< 0.00001	< 0.00013	0.0001	< 0.0001	< 0.00012	< 0.00012	0.0001	< 5.6E-05	< 0.00012	< 0.00012	0	0.00008	0									

Annexe 6 : Schéma conceptuel

Friche RESURGAT

Paramètres	Quantité	Unités	Source
Scénario tertiaire - Paramètres liés à la cible employé			
Temps de présence dans les bâtiments	8	h/j	Scénario retenu
Fréquence d'exposition	220	j/an	Scénario retenu
Durée d'exposition	42	ans	Durée légale de travail en France










SCHEMA CONCEPTUEL							
PLAN DE GESTION		Date	Ind.	Objet	Etabli.	Verif.	App.
		03/05/2022	A0	Création du document	CHD	AUB	NPL
Friche RESURGAT OUTREAU (62)	CAB	Echelle graphique	Ref. Affaire FR0120.000829	Document ANNEXE N° 6	Page		
					1 / 1		





Annexe 7 : Zones de pollutions concentrées

Investigations 2021

Investigations antérieures

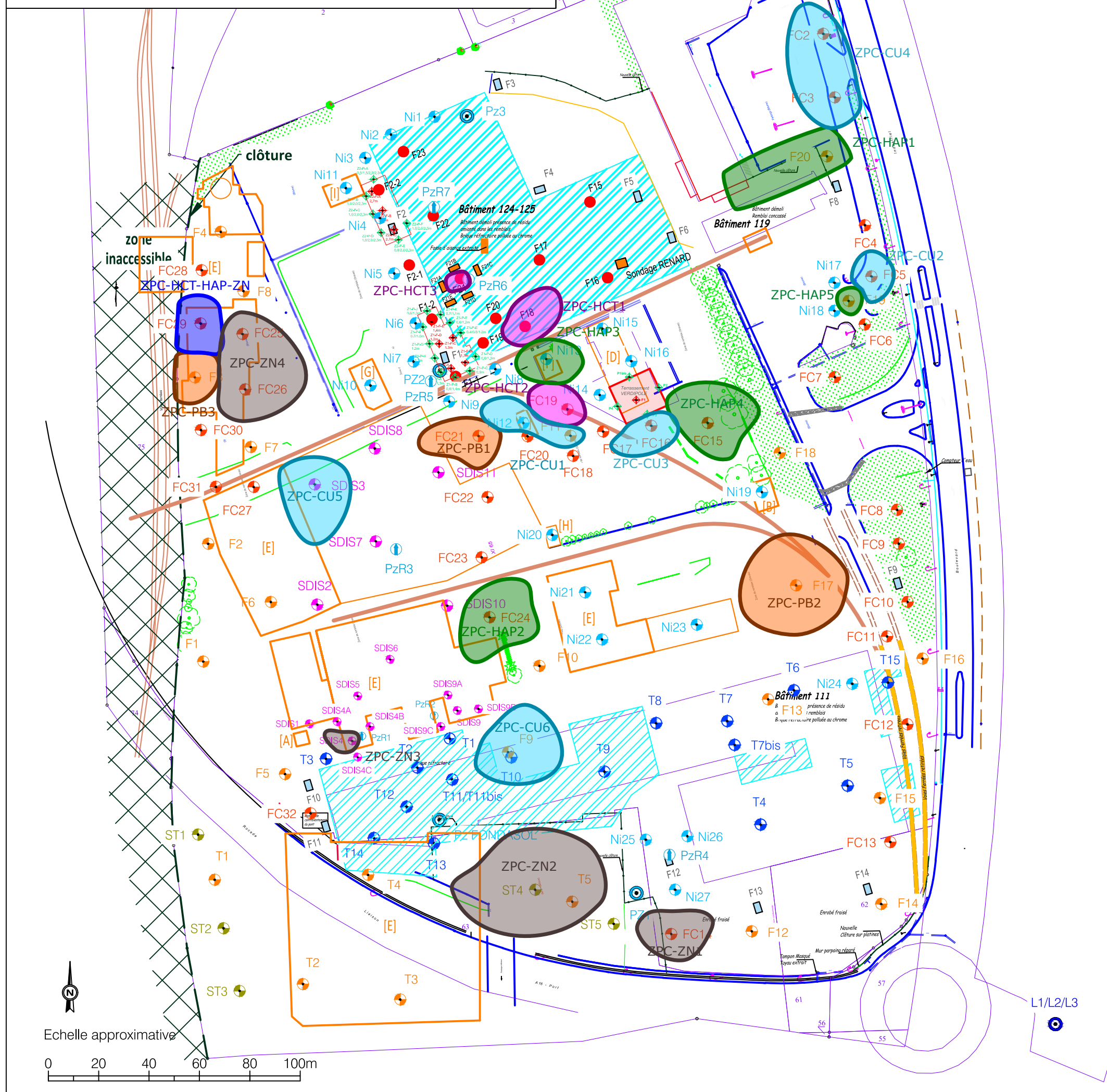
Investigations 2022

Fx		Fouilles complémentaires FC1 à FC32
STx		Sondages ST1 à ST5
SDISx		Sondages SDIS complémentaires
Nix		Sondages sur zones non investiguées Ni1 à Ni27
PzRx		Piézairs PzR4 à PzR7
		Prélèvement en fond de fouille (réception Verdipole 2022)
		Prélèvements en flanc de fouille (réception Verdipole 2022)

-  Sondages et piézomètres (Tauw 2017)
-  Prélèvements en fond de fouille
Réception des fouilles des sources F1 et F2 (Arcadis 2017)
-  Prélèvements en flanc de fouille
Réception des fouilles des sources F1 et F2 (Arcadis 2017)
-  Fouilles complémentaires réalisées par RENARD en avril 2017

HC C10-C40 : 2 500 mg/kg
HAP : 250 mg/kg
Plomb : 650 mg/kg
Zinc : 800 mg/kg
Cuivre : 200 mg/kg

HC C10-C40 + HAP + zinc



PLAN DE GESTION

CAB

FRICHE RESURGAT



ARCADIS

Design & Consultancy
for natural and
built assets

Date	Ind.	Objet	Etabli.	Vérif.	App.
04/04/2022	A0	Création du document	CHD	AUB	NIP
Echelle	Ref. Affaire		Document		Page
graphique	AFR0120.000829		Annexe n°7		1/1

Annexe 8 : Méthodologie de calcul des risques

Le calcul des risques pour la santé est un outil d'analyse au service de la gestion des sites et sols pollués. A ce titre, elle doit répondre aux principes suivants :

- principe de prudence scientifique,
- principe de proportionnalité (qui veille à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude, l'importance de la pollution et son incidence prévisible),
- principe de spécificité.

Le calcul des risques est un outil qui s'appuie sur des connaissances scientifiques constamment réactualisées et des informations propres au site. Cependant, du fait de l'absence de certaines données ou des incertitudes inhérentes à l'évaluation des risques, des hypothèses sont posées lors de la réalisation des calculs. L'utilisation de ces hypothèses doit s'appuyer sur les principes de précaution et de proportionnalité et tout choix doit être justifié de façon claire et concise afin de pouvoir évaluer son impact sur la quantification du risque.

Classiquement, quatre étapes sont décrites dans la démarche de calcul des risques pour la santé :

- **L'identification du potentiel dangereux** consiste à estimer les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme.
- **L'évaluation du rapport dose – effet** correspond à l'estimation de la relation entre la dose, ou le niveau d'exposition à une substance, et l'incidence ou la gravité de cet effet.
- **L'évaluation de l'exposition** consiste à déterminer les voies de passage du polluant vers la cible, ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition.
- **La caractérisation des risques** correspond à la synthèse des informations issues de l'évaluation de la toxicité sous la forme d'une expression quantitative du risque. Les incertitudes sont évaluées et les résultats interprétés.

Identification du potentiel dangereux

Dans un premier temps, il est nécessaire d'identifier toutes les substances dangereuses pour l'homme rencontrées sur site. Leur sélection dépend de :

- la détection effective de la substance sur le site,
- la relation dose effet attribuable à la substance,
- le comportement de la substance dans l'environnement (persistance, produits de dégradation...).

Leur identification en tant que substances dangereuses est fonction des effets indésirables qu'elles provoquent sur la santé humaine. L'exposition à des substances toxiques peut produire des effets biochimiques, histologiques ou morphologiques et ainsi amener des altérations spécifiques d'un organe, d'un système ou d'un processus biochimique ou biologique (effets cancérigènes, mutagènes, tératogènes, systémiques).

Il est nécessaire d'étudier de façon séparée, les substances pour lesquelles il existe un effet à seuil (effet qui survient au-delà d'une certaine dose administrée) des substances à effets sans seuil (effet qui apparaît quelle que soit la dose administrée ; l'effet cancérigène en est l'exemple type).

Evaluation du rapport dose – effet

La variété et la sévérité des effets toxiques observés dans les populations augmentent généralement avec le niveau d'exposition : c'est la relation dose - effet.

Il se différencie de la relation dose- réponse qui est définie comme décrivant la relation entre la fréquence de survenue de l'effet toxique dans une population et le niveau d'exposition à un toxique.

Trois voies d'exposition sont généralement à considérer :

- l'inhalation,
- l'ingestion,
- l'absorption cutanée.

Les valeurs toxicologiques varient en fonction des voies d'exposition et des durées d'exposition (chronique, sub-chronique ou aiguë).

Les relations dose – effet et dose - réponse sont définies à partir d'études toxicologiques et/ou épidémiologiques sur l'homme ou l'animal auxquelles sont appliqués divers modèles d'extrapolation.

L'effet sans seuil (de type cancérogène) se définit comme l'effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue : l'hypothèse retenue étant qu'une seule molécule de substance toxique peut engendrer des effets sur la santé. La probabilité de survenue croît avec la dose mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas.

La Valeur Toxicologique de Référence correspondante est définie comme étant la probabilité supplémentaire qu'un individu, exposé pendant sa vie entière à une dose de substance cancérogène, contracte un cancer. Cette valeur est différenciée en fonction des voies d'exposition (USEPA) :

- Oral slope factor ($(\text{mg/kg.jr})^{-1}$) pour l'ingestion
- Inhalation Unit Risk ($(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$) pour la voie respiratoire.

Les valeurs définissent la pente de la courbe de la relation doses – effets et expriment l'accroissement du risque de développer un cancer pour un accroissement de la dose journalière d'exposition.

L'effet à seuil est un effet qui survient au-delà d'une certaine dose administrée de produit. En deçà de cette dose, le risque est considéré comme nul. Au-delà du seuil, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée. Ces valeurs sont définies comme étant la quantité maximale de produit à laquelle un individu peut être exposé sans constat d'effet nuisible

Les seuils de référence acceptables chez l'homme proposés par l'USEPA sont :

- la dose de référence (RfD) en mg/kg de poids corporel/jr pour l'ingestion.
- la RfC (Concentration de référence) en mg/m^3 pour l'inhalation

Evaluation de l'exposition - Calcul de la DJE (Dose journalière d'exposition)

L'exposition résulte de l'existence d'un danger, d'une voie de transfert et d'une cible.

Différents types de données relatives au site sont donc nécessaires pour le calcul de la DJE. Il s'agit :

- des types de populations concernées (populations sensibles telles que les enfants, les personnes âgées ou les travailleurs sur site, etc....) ;
- des usages futurs du site et les aménagements à considérer ;
- des caractéristiques du site favorisant la mobilité des polluants ou l'exposition des populations.

Les différentes voies potentielles d'exposition considérées pour le site étudié sont présentées sur un schéma conceptuel.

Le premier stade dans l'évaluation de l'exposition humaine aux polluants consiste à estimer la contamination des différents milieux (eau, air, sol) en fonction de la pollution détectée dans les sols. La contamination des différents compartiments est liée au devenir et au comportement du polluant considéré, c'est à dire à sa biodégradabilité naturelle et à divers phénomènes de transfert.

Cette première étape permet de déterminer les voies potentielles d'exposition.

Le deuxième stade consiste à évaluer la capacité d'absorption des polluants par l'organisme en fonction de l'usage des sols, du milieu contaminé et des caractéristiques physiologiques de la population.

Ainsi, pour chaque substance, une Dose Journalière d'Exposition est calculée pour chaque voie d'exposition jugée appropriée à la problématique du site.

La DJE est ensuite calculée pour chaque substance en sommant les DJE obtenues pour chaque voie d'exposition pertinente.

La DJE peut être calculée sur la base de mesures dans les différents milieux (métrologie) ou par modélisation.

Caractérisation des risques

L'étape de caractérisation des risques est l'étape de synthèse. Elle doit prendre en compte les voies d'exposition, les différentes substances, les effets (de type aigu, subchronique ou chronique).

La toxicité d'une substance vis à vis d'une cible n'est pas nécessairement la même en fonction de la voie de passage du polluant dans l'organisme.

Si une valeur de référence n'est pas disponible, le calcul du risque est impossible.

Le risque global correspond à la somme des risques liés aux substances qui produisent les mêmes effets. Un niveau de risque acceptable est défini, d'après la méthodologie nationale en vigueur :

- pour les effets cancérogènes, l'excès de risque individuel (**ERI**) représente la probabilité d'occurrence que la cible développe l'effet associé à la substance du fait de l'exposition considérée. Il est comparé à la valeur 10^{-5} .
- pour les effets non cancérogènes, le quotient de danger (**QD**) représente la possibilité de survenue d'effets toxiques, il est comparé à la valeur 1.

Annexe 9 : Synthèse des données disponibles pour réaliser les calculs de risques

Sondage		FC15	FC16	FC17	FC18	FC19	FC20	FC21	FC22	FC25	FC26	FC27	FC28	FC29	FC30	FC31	FC32	Ni1	Ni1	Ni2	Ni2	Ni2	Ni3	Ni3	Ni4	Ni4	Ni5	Ni5	Ni6	Ni6	Ni7	Ni7
Profondeur de prélèvement (m/sol)		1.2	1.2	1.2	2.0	1.8	1.2	1.6	1.2	2.0	2.0	1.2	2.0	2.0	2.0	1.2	0.5	1.2	2.0	0.5	1.2	2.0	1.2	2.0	1.2	2.0	1.2	2.0	1.2	2.0	0.9	1.2
Nature de l'échantillon		Remblais	Remblais	Remblais	TN	Remblais	TN	Remblais	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	Remblais	TN	Remblais	Remblais	TN	TN	Remblais	TN
Date de prélèvement		25/01/2022	24/02/2022	24/02/2022	24/01/2022	24/02/2022	24/01/2022	24/01/2022	24/01/2022	25/01/2022	26/01/2022	25/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	26/01/2022	
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Odeur	HAP	-	-	-	-	-	HC	-	-	-	-	-	HC	-	HAP	-	-	-	-	HC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aspect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Paramètres généraux																																
Matière sèche	%	73.00	74.70	72.60	76.30		78.50	84.60	76.00	75.20	78.30	73.20	76.80		80.60	67.80	79.60	69.30	75.00	81.10	76.20	79.10	74.00	74.30	78.80	77.90	86.20	85.20	79.70	79.90	75.10	75.20
pH	-																															
COT	mg/kgMS																															
Cyanures totaux	mg/kgMS																															
HAP																																
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	13.60	0.94	< 0.050	0.07		0.38	< 0.050	0.29	0.21	< 0.050	< 0.050	0.07		< 0.050	0.59	0.48	< 0.050	< 0.050	0.08	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Acénaphthylène	mg/kgMS	17.90	0.75	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.11	< 0.050	0.38	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	1.00	0.14	< 0.050	< 0.050	0.12	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.08	< 0.050	
Fluorène	mg/kgMS	22.70	1.00	< 0.050	< 0.050		0.14	< 0.050	< 0.050	0.23	< 0.050	< 0.050	0.08		0.07	0.50	0.16	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.13	< 0.050		
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	39.30	3.10	0.41	0.16		1.10	0.13	0.64	0.70	< 0.050	0.31	0.76		1.20	2.80	2.10	0.17	< 0.050	0.86	0.49	< 0.050	0.58	0.38	1.00	< 0.050	0.08	0.54	< 0.050	< 0.050	2.10	0.29
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	12.70	0.75	0.11	< 0.050		0.23	< 0.050	0.09	0.19	< 0.050	< 0.050	0.16		0.36	0.55	0.26	< 0.050	< 0.050	0.18	0.08	< 0.050	0.19	0.07	0.20	< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	< 0.050	0.32	< 0.050
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	26.00	2.30	0.45	0.16		1.70	0.32	0.41	1.60	0.08	1.20	1.40		2.70	8.80	3.40	0.39	0.10	2.80	0.93	< 0.050	1.10	0.79	1.60	< 0.050	0.06	0.67	< 0.050	< 0.050	5.50	0.60
Pyréne ⁸	mg/kgMS	20.40	1.90	0.44	0.17		1.70	0.37	0.37	0.19	0.11	0.74	1.30		2.50	7.20	3.10	0.19	< 0.050	2.30	1.10	< 0.050	1.00	0.65	1.60	< 0.050	< 0.050	0.56	< 0.050	< 0.050	5.20	0.52
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	9.70	1.00	0.30	0.09		0.79	0.33	0.17	0.33	0.07	0.45	0.73		1.20	3.50	1.20	0.13	< 0.050	1.40	0.60	< 0.050	0.51	0.28	0.88	< 0.050	< 0.050	0.29	< 0.050	< 0.050	2.30	0.21
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	7.10	0.94	0.32	0.09		0.82	0.35	0.25	0.37	< 0.050	0.59	0.89		1.10	3.50	1.60	0.14	< 0.050	1.20	0.80	< 0.050	0.49	0.35	1.00	< 0.050	< 0.050	0.29	< 0.050	< 0.050	2.00	0.27
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	6.70	0.46	0.25	0.08		0.61	0.85	0.16	0.33	0.08	0.55	0.92		1.20	4.10	1.40	0.22	< 0.050	1.60	0.70	< 0.050	0.58	0.32	1.60	< 0.050	< 0.050	0.32	< 0.050	< 0.050	2.70	0.24
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	4.40	0.33	0.14	< 0.050		0.31	0.39	< 0.050	0.17	< 0.050	0.30	0.39		0.65	2.10	0.67	0.08	< 0.050	0.75	0.30	< 0.050	0.27	0.16	0.52	< 0.050	< 0.050	0.15	< 0.050	< 0.050	1.30	0.12
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	6.80	0.60	0.32	0.07		0.62	0.44	0.12	0.33	0.07	0.60	0.65		1.20	4.70	1.30	< 0.050	< 0.050	1.40	0.54	< 0.050	0.47	0.31	1.10	< 0.050	< 0.050	0.25	< 0.050	< 0.050	3.10	0.25
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	1.20	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	0.13	< 0.050	0.08	< 0.050	0.09	0.13		0.12	0.41	0.15	< 0.050	< 0.050	0.12	0.10	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.14	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.35	< 0.050	
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	3.30	0.13	0.18	0.10		0.50	0.97	0.09	0.25	0.07	0.42	0.55		0.78	2.80	0.69	0.10	< 0.050	0.80	0.30	< 0.050	0.31	0.19	0.72	< 0.050	< 0.050	0.19	< 0.050	< 0.050	2.10	0.13
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	4.20	0.31	0.23	< 0.050		0.46	0.99	< 0.050	0.24	0.09	0.44	0.56		0.92	3.10	0.92	0.14	< 0.050	0.86	0.37	< 0.050	0.35	0.23	1.00	< 0.050	< 0.050	0.16	< 0.050	< 0.050	2.10	0.19
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	196.00	14.50	3.15	0.99		9.47	5.27	2.97	5.39	0.57	5.69	8.59		14.00	45.70	17.60	1.56	0.10	14.60	6.42	< lq	5.85	3.73	11.50	< lq	0.14	3.52	< lq	< lq	29.30	2.82
Hydrocarbures C5-C40																																
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS																															
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS																															
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS																															
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																															
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																															
HC (C6-C8)	mg/kgMS																															
HC (C8-C10)	mg/kgMS																															
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																															
Fraction C10-C12	mg/kgMS	17.30	< 4.0	< 4.0	< 4.0		16.60	< 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	
Fraction C12-C16	mg/kgMS	140.00	29.00	< 4.0	< 4.0		180.00	< 4.0	11.30	< 4.0	< 4.0	6.80	7.40		< 4.0	6.50	15.20	< 4.0	< 4.0	6.70	< 4.0	< 4.0	8.90	7.00	< 4.0	< 4.0	< 4.0	6.10	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0
Fraction C16-C20	mg/kgMS	180.00	67.50	7.00	6.60		290.00	< 2.0	14.50	9.80	< 2.0	10.50	21.10		8.90	23.90	38.80	7.80	< 2.0	26.80	10.80	< 2.0	11.60	9.80	12.10	< 2.0	< 2.0	10.30	< 2.0	< 2.0	10.40	3.20
Fraction C20-C24	mg/kgMS	110.00	64.50	8.50	5.40		510.00	5.60	14.20	17.40	< 2.0	9.40	27.70		13.30	37.50	44.30	8.20	< 2.0	34.90	15.10	< 2.0	15.90	13.90	24.50	< 2.0	< 2.0	11.00	< 2.0	< 2.0	15.30	3.20
Fraction C24-C28	mg/kgMS	72.10	63.30	9.90	3.10		450.00	5.40	15.00	22.70	< 2.0	8.90	28.40		14.60	33.20	41.80	7.50	< 2.0	33.40	15.90	< 2.0	18.60	17.80	44.50	< 2.0	< 2.0	13.70	< 2.0	< 2.0	16.90	2.90
Fraction C28-C32	mg/kgMS	41.00	40.00	9.90	5.20		280.00	3.80	11.00	19.00	< 2.0	7.50	26.00		11.00	25.00	31.00	6.80	< 2.0	26.00	12.00	< 2.0	18.00	16.00	41.00	< 2.0	< 2.0	15.00	4.60	< 2.0	17.00	5.30
Fraction C32-C36	mg/kgMS	19.20	16.50	6.30	3.30		99.90	< 2.0	3.20	9.30	< 2.0	4.20	16.10		5.60	10.30	12.90	3.60	< 2.0	13.10	5.90	< 2.0	9.50	9.20	25.10	< 2.0	< 2.0	6.10	< 2.0	< 2.0	8.30	3.60
Fraction C36-C40	mg/kgMS	4.40	4.60	3.40	< 2.0		24.60	< 2.0	< 2.0	3.30	< 2.0	< 2.0	6.60		< 2.0	< 2.0	3.30	< 2.0														

Sondage		Ni7	Ni8	Ni8	Ni9	Ni9	Ni10	Ni10	Ni11	Ni11	Ni12		Ni13	Ni14	Ni14	Ni15	Ni15	Ni16	Ni16	Ni17	Ni17	Ni18	Ni18	Ni19	Ni20	Ni20	Ni21	Ni22	Ni23	Ni24	Ni24	Ni25
Profondeur de prélèvement (m/sol)		2.0	0.9	1.2	0.9	1.6	0.5	1.2	0.5	1.4	1.2		1.8	0.5	1.2	0.5	1.2	0.5	1.6	0.5	1.2	0.5	0.9	0.9	0.5	1.2	0.5	0.5	0.5	0.5	1.2	0.5
Nature de l'échantillon		TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais		Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	TN	TN	TN	TN	Remblais	TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	
Date de prélèvement			24/02/2022		24/01/2022		25/01/2022		26/01/2022		24/02/2022			24/02/2022		24/02/2022		24/02/2022		26/01/2022		26/01/2022		25/01/2022	24/02/2022	Remblais	24/01/2022	24/01/2022	24/01/2022	25/01/2022	25/01/2022	
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Odeur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	HAP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aspect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Paramètres généraux																																
Matière sèche	%	79.10	76.70	71.40	70.90	77.30	81.80	79.00	85.40	85.90				83.90	62.20	69.90	81.90	75.60	78.40	86.00	84.90	84.20	82.70	67.70	87.20	87.00	84.20	81.70	84.30	82.20	87.10	88.10
pH	-																															
COT	mg/kgMS																															
Cyanures totaux	mg/kgMS																															
HAP																																
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.08	0.20	0.38	0.19								0.32		< 0.050		0.15	2.00	< 0.050	0.14	< 0.050	1.60				0.77	0.08	0.83	0.74	0.46	0.14
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050								0.18		< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	3.70				< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.20	
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050								< 0.050		< 0.050	0.21	< 0.050	0.07	< 0.050	0.07	< 0.050	1.10			3.80	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050	0.07	0.09	< 0.050	< 0.050								0.34		< 0.050		0.08	0.21	< 0.050	0.13	< 0.050	8.70			8.70	< 0.050	0.12	< 0.050	0.06	0.26	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.53	1.00	0.87	0.65								1.30		< 0.050		0.74	0.60	< 0.050	1.00	0.06	33.20			28.90	0.42	2.80	1.30	1.10	0.56	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.10	0.21	0.09	0.07								0.27		< 0.050		0.14	0.10	< 0.050	0.91	< 0.050	8.90			12.50	< 0.050	0.44	0.17	0.11	0.11	
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.53	1.30	0.72	0.88								1.40		< 0.050		0.93	1.00	< 0.050	2.70	0.24	28.80			26.00	0.53	4.50	2.20	1.40	0.41	
Pyréne ⁸	mg/kgMS	< 0.050	0.72	0.92	0.65	0.76								1.00		< 0.050		0.94	0.88	< 0.050	2.10	0.17	21.30			20.80	0.58	4.20	1.80	1.60	0.36	
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.38	0.59	0.34	0.38								0.53		< 0.050		0.42	0.50	< 0.050	1.80	0.12	11.40			12.00	0.32	2.10	1.30	1.10	0.20	
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.47	0.69	0.41	0.43								0.55		< 0.050		0.42	0.56	< 0.050	1.40	0.11	8.70			10.70	0.40	2.50	1.60	1.30	0.16	
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	< 0.050	0.53	0.49	0.18	0.27								0.55		< 0.050		0.41	0.56	< 0.050	2.00	0.22	6.60			6.70	0.47	2.00	1.30	1.30	0.14	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.21	0.25	0.07	0.13								0.19		< 0.050		0.18	0.27	< 0.050	1.00	0.07	4.10			3.90	0.17	1.00	0.72	0.60	0.10	
Benzo(a)pyréne ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.38	0.46	0.18	0.26								0.39		< 0.050		0.31	0.55	< 0.050	1.90	0.23	6.40			7.70	0.35	1.80	1.10	1.00	0.14	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050								< 0.050		< 0.050	0.06	< 0.050	0.29	< 0.050	1.20				1.20	< 0.050	0.15	0.11	0.11	< 0.050		
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.31	0.18	0.13	0.17								0.18		< 0.050		0.24	0.42	< 0.050	1.30	0.09	2.70			2.70	0.28	1.30	0.63	0.57	0.07	
Indéno(1,2,3-cd)pyréne ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.30	0.12	0.12	0.13								0.21		< 0.050		0.22	0.48	< 0.050	1.50	0.13	3.80			3.00	0.37	1.30	0.92	0.85	0.11	
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	< lq	4.61	6.69	4.14	4.32								7.41		< lq		5.18	8.40	< lq	18.20	1.45	152.00			149.00	3.97	25.00	13.90	11.60	2.96	
Hydrocarbures C5-C40																																
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS														< 0.20		< 0.20		< 0.20					< 0.20			< 0.20	< 0.20	0.34			
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS														< 0.20		< 0.20		< 0.20					< 0.20			< 0.20	< 0.20	0.74			
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS														< 0.20		< 0.20		2.80					< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20			
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS														< 0.20		< 0.20		< 0.20					< 0.20			< 0.20	< 0.20	0.33			
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS														< 0.20		< 0.20		0.94					< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20			
HC (C6-C8)	mg/kgMS														< 0.40		< 0.40		< 0.40					< 0.40			< 0.40	< 0.40	1.10			
HC (C8-C10)	mg/kgMS														< 0.40		< 0.40		3.70					< 0.40			< 0.40	< 0.40	< 0.40			
Somme HC C5-C10	mg/kgMS														< 1.0		< 1.0		3.70					< 1.0			< 1.0	< 1.0	1.40			
Fraction C10-C12	mg/kgMS	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	5.60	< 4.0				< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	78.30	6.20	< 4.0	< 4.0	< 4.0	8.60	< 4.0	< 4.0	7.50	< 4.0	5.50	6.20	< 4.0	6.80
Fraction C12-C16	mg/kgMS	< 4.0	15.00	12.30	25.40	11.40	8.10	< 4.0	23.10	16.10				9.20	9.50	22.20	< 4.0	< 4.0	270.00	28.70	< 4.0	18.50	< 4.0	81.20	< 4.0	19.40	150.00	5.90	24.80	31.60	18.90	< 4.0
Fraction C16-C20	mg/kgMS	< 2.0	34.00	35.70	45.40	17.10	25.60	3.00	92.30	31.80				66.40	20.30	110.00	< 2.0	< 2.0	200.00	42.60	< 2.0	25.50	< 2.0	180.00	11.70	83.10	380.00	11.80	43.20	110.00	56.70	6.00
Fraction C20-C24	mg/kgMS	< 2.0	37.50	43.80	46.40	15.30	23.60	< 2.0	130.00	41.90				97.30	15.60	110.00	< 2.0	< 2.0	97.40	31.70	< 2.0	25.70	< 2.0	140.00	14.00	56.30	320.00	11.60	49.20	120.00	66.50	9.80
Fraction C24-C28	mg/kgMS	3.00	56.70	59.50	32.30	10.60	16.90	< 2.0	140.00	42.00				55.30	15.10	87.10	< 2.0	< 2.0	98.60	26.50	< 2.0	22.10	< 2.0	86.30	17.30	22.90	230.00	10.20	59.80	77.40	57.20	17.10
Fraction C28-C32	mg/kgMS	3.70	61.00	52.00	21.00	9.60	9.90	2.90	110.00	34.00				27.00	12.00	43.00	< 2.0	< 2.0	94.00	26.00	< 2.0	18.00	< 2.0	52.00	18.00	8.90	140.00	7.20	50.00	54.00	47.00	20.00
Fraction C32-C36	mg/kgMS	< 2.0	53.70	32.60	5.50	4.00	5.00	< 2.0	59.30	14.90				11.90	4.30	15.90	< 2.0	< 2.0	63.00	16.30	< 2.0	10.00	< 2.0	27.00	13.40	3.00	75.20	2.90	19.30	18.90	14.80	21.30
Fraction C36-C40	mg/kgMS	< 2.0	28.40	15.10	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	22.70	3.60				4.60	< 2.0	4.70	< 2.0	< 2.0	25.60	6.70	< 2.0	3.30	< 2.0	6.90	8.60	< 2.0	23.40	< 2.0	6.00	5.20	3.90	12.40
Somme HC C10-C40	mg/kgMS	< 20.0	290.00	250.00	180.00	71.30	92.20	< 20.0	590.00	190.00				270.00	79.30	390.00	< 20.0	< 20.0	930.00	190.00	< 20.0	130.00	< 20.0	580.00	88.80	200.00	1300.00	52.40	260.00	410.00	260.00	97.40
Métaux et métalloïdes																																
Antimoine (Sb)	mg/kgMS																															
Arsenic (As)	mg/kgMS														15.00		4.10		11.00					9.20				12.00	6.60	14.00		1.50

Sondage		MOY FC4-A	MOY FC4-B	MOY FC5-A	MOY FC5-B	MOY FC6-A	MOY FC6-B	MOY FC7-A	MOY FC7-B	MOY FC8-A	MOY FC8-B	MOY FC9-A	MOY FC9-B	MOY FC10-A	MOY FC10-B	MOY FC11-A	MOY FC11-B	MOY FC12-A	MOY FC12-B	MOY FC13-A	MOY FC13-B	MOY FC14-A	MOY FC14-B	MOY FC15-A	MOY FC16-A	MOY FC17-A	MOY FC20-A
Profondeur de prélèvement (m/sol)		0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m
Nature de l'échantillon		R / TN	TN	Remblais	Remblais	R / TN	TN	R / TN	TN	Remblais	TN	TN	TN	R / TN	TN	R / TN	TN	Remblais	TN	Remblais	TN	Remblais	R / TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais
Date de prélèvement		24/02/2022		24/02/2022		26/01/2022		26/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022		25/01/2022	
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Odeur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HAP	-	-	-
	Aspect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paramètres généraux																											
Matière sèche	%	80.90	80.60		71.70	82.40	81.00	84.20	78.30	82.70	80.60	82.30	81.50	84.80	79.40	82.70	79.00	88.60	79.70	83.00	80.00		77.60			81.40	72.30
pH	-	8.90	8.70		8.50	8.50	8.90	8.30	8.60	8.50	8.60	8.50	8.90	8.60	8.80	8.40	8.90	8.60	8.50	8.50		8.50			9.10	8.30	
COT	mg/kgMS	26000.00	3000.00		17000.00	11000.00	2400.00	77000.00	2900.00	16000.00	2500.00	21000.00	1800.00	7800.00	2600.00	43000.00	2400.00	77000.00	4000.00	13000.00	3400.00		11000.00			18000.00	170000.00
Cyanures totaux	mg/kgMS	3.20	< 1.0		< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	2.80	< 1.0		< 1.0			< 1.0	< 1.0
HAP																											
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	0.10	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	2.90	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.82	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.08			< 0.050	0.75
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	1.40	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050			< 0.050	< 0.050
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050			0.09	0.09
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	4.00	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.50	< 0.050	0.09	< 0.050		< 0.050			< 0.050	0.19
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	1.20	< 0.050		0.08	0.96	< 0.050	26.50	< 0.050	0.31	< 0.050	0.24	< 0.050	0.29	< 0.050	0.46	< 0.050	9.00	< 0.050	0.35	< 0.050		0.36			0.15	2.90
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	0.28	< 0.050		< 0.050	0.19	< 0.050	6.30	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	2.40	< 0.050	0.10	< 0.050		0.11			< 0.050	0.35
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	4.70	< 0.050		0.20	2.10	0.08	26.60	< 0.050	0.63	< 0.050	0.87	< 0.050	0.83	< 0.050	1.10	< 0.050	21.80	< 0.050	0.72	< 0.050		1.20			0.17	6.10
Pyrène ⁸	mg/kgMS	4.30	< 0.050		0.14	1.30	< 0.050	15.80	< 0.050	0.56	< 0.050	0.78	< 0.050	0.72	< 0.050	1.20	< 0.050	13.50	< 0.050	0.75	< 0.050		0.93			0.22	4.60
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	3.20	< 0.050		0.11	0.97	< 0.050	10.70	< 0.050	0.34	< 0.050	0.53	< 0.050	0.48	< 0.050	0.64	< 0.050	10.20	< 0.050	0.43	< 0.050		0.61			0.16	2.20
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	2.70	< 0.050		0.10	0.80	< 0.050	9.70	< 0.050	0.31	< 0.050	0.64	< 0.050	0.58	< 0.050	0.80	< 0.050	9.50	< 0.050	0.46	< 0.050		0.67			0.17	2.10
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	3.70	< 0.050		0.12	0.90	< 0.050	7.70	< 0.050	0.36	< 0.050	0.53	< 0.050	0.53	< 0.050	0.79	< 0.050	9.40	< 0.050	0.61	< 0.050		0.58			0.32	2.10
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	1.90	< 0.050		< 0.050	0.46	< 0.050	4.40	< 0.050	0.18	< 0.050	0.30	< 0.050	0.27	< 0.050	0.36	< 0.050	5.30	< 0.050	0.25	< 0.050		0.35			0.15	0.95
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	3.10	< 0.050		0.10	0.81	< 0.050	6.50	< 0.050	0.31	< 0.050	0.58	< 0.050	0.52	< 0.050	0.73	< 0.050	7.80	< 0.050	0.53	< 0.050		0.59			0.23	1.70
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.50	< 0.050		< 0.050	0.10	< 0.050	0.76	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.12	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	1.60	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.08			< 0.050	0.25
Benzo(g,h,i)peryène ^{8,10}	mg/kgMS	3.10	< 0.050		0.08	0.51	< 0.050	3.30	< 0.050	0.22	< 0.050	0.35	< 0.050	0.44	< 0.050	0.33	< 0.050	5.10	< 0.050	0.46	< 0.050		0.34			0.28	1.20
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	3.10	< 0.050		< 0.050	0.58	< 0.050	5.30	< 0.050	0.24	< 0.050	0.49	< 0.050	0.37	< 0.050	0.57											

Sondage		MOY FC21-A	MOY FC22-A	MOY FC23-A	MOY FC24-A	MOY FC25-A	MOY FC25-B	MOY FC26-A	MOY FC26-B	MOY FC27-A	MOY FC27-B	MOY FC28-A	MOY FC28-B	MOY FC29-A	MOY FC29-B	MOY FC30-A	MOY FC30-B	MOY FC31-A	MOY FC31-B	MOY FC32-A	MOY FC32-B	MOY ST1-A	MOY ST2-A	MOY ST2-B	MOY ST3-A	MOY ST3-B	MOY ST4-A
Profondeur de prélèvement (m/sol)		0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m
Nature de l'échantillon		Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	R / TN	R / TN	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	Remblais	R / TN	TN	Remblais	Remblais	R / TN	Remblais	Remblais	Remblais
Date de prélèvement		24/01/2022	24/01/2022	24/01/2022	24/01/2022	25/01/2022		26/01/2022		25/01/2022		26/01/2022		26/01/2022		26/01/2022		26/01/2022		24/01/2022	TN	24/01/2022	24/01/2022	R / TN	24/01/2022	TN	24/01/2022
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Odeur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aspect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paramètres généraux																											
Matière sèche	%		78.20	77.90			79.10		75.30	83.40	78.80	86.30	80.40	85.60		79.40	82.20	85.10	72.40	77.60	78.20	86.40	87.10	78.70	87.50	83.60	
pH	-		7.90	8.50			8.90		8.20	8.60	8.60	8.50	8.30	8.60		8.40	8.70	8.60	8.60	8.30	8.70	7.80	9.50	9.20	8.70	8.70	
COT	mg/kgMS		140000.00	120000.00			14000.00		140000.00	45000.00	9500.00	41000.00	84000.00	53000.00		53000.00	23000.00	58000.00	23000.00	140000.00	4300.00	89000.00	9800.00	66000.00	19000.00	17000.00	
Cyanures totaux	mg/kgMS		< 1.0	< 1.0			< 1.0		< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0		< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	2.40	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	1.70	
HAP																											
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS		0.11	0.11			0.10		0.19	1.80	< 0.050	< 0.50	0.09	2.00		0.26	0.12	0.72	6.50	0.34	< 0.050	0.17	0.31	0.32	0.16	0.08	
Acénaphthylène	mg/kgMS		0.09	0.36			< 0.050		< 0.050	2.60	< 0.050	< 0.50	< 0.050	0.39		0.08	< 0.050	0.25	0.54	0.08	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Acénaphthène	mg/kgMS		< 0.050	0.12			< 0.050		< 0.050	0.10	< 0.050	< 0.50	< 0.050	2.10		< 0.050	< 0.050	0.10	13.50	< 0.050	< 0.050	0.15	< 0.050	0.36	0.07	< 0.050	
Fluorène	mg/kgMS		0.12	0.67			0.10		0.08	3.00	< 0.050	< 0.50	0.09	2.50		0.26	< 0.050	0.49	11.20	0.12	< 0.050	0.17	< 0.050	0.38	0.14	0.13	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS		0.90	4.00			0.39		1.50	6.70	< 0.050	3.00	0.56	14.60		1.90	0.33	3.80	21.40	1.40	< 0.050	2.00	0.62	4.40	1.90	1.00	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS		0.19	1.30			0.15		0.28	1.90	< 0.050	0.61	0.12	3.60		0.48	0.06	1.20	6.20	0.27	< 0.050	0.52	0.22	1.20	0.32	0.24	
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS		1.00	6.00			0.48		3.60	5.00	< 0.050	5.40	1.00	18.90		3.80	0.74	6.30	27.20	3.40	0.09	2.90	1.10	6.10	2.70	1.40	
Pyrène ⁸	mg/kgMS		0.90	4.60			0.42		2.90	3.60	0.07	5.20	1.20	15.70		3.80	0.83	5.50	18.80	3.10	0.07	2.80	0.98	5.70	2.20	0.93	
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS		0.52	2.80			0.21		1.30	2.40	< 0.050	2.90	0.58	9.20		2.00	0.45	2.80	4.80	1.80	< 0.050	1.30	0.56	2.50	1.30	0.68	
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS		0.58	2.30			0.23		1.60	1.80	< 0.050	2.40	0.77	9.90		2.30	0.47	2.80	4.30	1.80	< 0.050	1.60	0.60	3.30	1.30	0.67	
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS		0.50	2.10			0.27		0.86	1.60	< 0.050	2.80	0.63	6.70		2.00	0.57	2.20	2.10	2.10	< 0.050	1.10	0.68	2.00	1.40	0.67	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS		0.23	1.20			0.11		0.61	0.92	< 0.050	1.50	0.26	3.70		1.00	0.22	1.30	1.50	0.94	< 0.050	0.59	0.30	1.20	0.64	0.30	
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS		0.37	2.20			0.19		1.20	1.60	< 0.050	2.50	0.63	7.00		2.00	0.51	2.50	2.60	1.90	< 0.050	1.30	0.64	2.70	1.10	0.50	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS		0.07	0.37			< 0.050		0.15	0.29	< 0.050	0.75	0.09	0.93		0.20	< 0.050	0.26	0.30	0.23	< 0.050	0.11	< 0.050	0.22	0.18	0.10	
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS		0.28	0.85			0.12		0.64	0.85	< 0.050	1.90	0.36	3.30		1.30	0.41	1.40	0.81	1.10	< 0.050	0.73	0.53	1.50	0.81	0.50	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS		0.26	1.20			0.15		0.73	0.94	0.10	2.10	0.45	4.60		1.50	0.40	1.90	1.50	1.20	< 0.050	0.81	0.53	1.80	0.83	0.54	
Somme des 16 HAP	mg/kgMS		6.12	30.20			2.92		15.60	35.10	0.17	31.10	6.83	105.00		22.90	5.11	33.50	123.00	19.80	0.16	16.30	7.07	33.70	15.10	7.74	
Hydrocarbures C5-C40																											
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS																										
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS																										
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS																										
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																										
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																										
HC (C6-C8)	mg/kgMS																										
HC (C8-C10)	mg/kgMS																										
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																										
Fraction C10-C12	mg/kgMS		< 4.0	< 4.0			< 4.0		< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	7.00		< 4.0	< 4.0	< 4.0	10.10	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0
Fraction C12-C16	mg/kgMS		15.30	32.00			< 4.0		5.60	23.60	< 4.0	14.40	< 4.0	23.40		7.80	6.60	5.10	140.00	27.10	< 4.0	7.80	< 4.0	5.50	5.30	< 4.0	
Fraction C16-C20	mg/kgMS		24.00	55.30			8.20		29.10	32.40	< 2.0	39.40	8.60	63.80		22.20	10.80	19.40	260.00	40.50	< 2.0	21.80	4.60	25.40	13.90	5.50	
Fraction C20-C24	mg/kgMS		25.30	45.40			20.00		96.90	24.10	< 2.0	48.60	11.40	75.70		28.50	14.10	25.90	280.00	40.90	< 2.0	22.90	6.90	20.30	22.60	8.60	
Fraction C24-C28	mg/kgMS		26.50	32.30			18.50		98.00	26.70	< 2.0	49.90	14.60	55.30		29.80	15.70	26.60	230.00	37.20	< 2.0	27.00	12.90	19.80	33.00	12.70	
Fraction C28-C32	mg/kgMS		24.00	21.00			12.00		52.00	18.00	< 2.0	49.00	17.00	40.00		25.00	13.00	22.00	140.00	28.00	< 2.0	35.00	20.00	17.00	43.00	18.00	
Fraction C32-C36	mg/kgMS		16.90	8.00			5.60		14.50	10.20	< 2.0	41.50	18.40	21.60		12.60	5.80	11.20	48.90	11.50	< 2.0	42.50	22.60	7.20	42.20	17.30	
Fraction C36-C40	mg/kgMS		8.10	< 2.0			< 2.0		2.90	3.50	< 2.0	21.10	12.80	7.50		4.00	< 2.0	4.00	10.10	3.20	< 2.0	29.20	14.20	2.80	23.90	10.20	
Somme HC C10-C40	mg/kgMS		140.00	210.00			69.70		310.00	140.00	< 20.0	270.00	89.80	290.00		130.00	69.80	120.00	1100.00	190.00	< 20.0	190.00	81.60	98.30	180.00	74.40	
Métaux et métalloïdes																											
Antimoine (Sb)	mg/kgMS		1.00	1.20			1.30		1.20	< 1.0	< 0.5	0.70	< 0.5	1.20		1.40	0.70	0.50	< 0.5	0.70	0.60	1.00	< 0.5	< 1.0	0.60	< 0.5	
Arsenic (As)	mg/kgMS		12.00	12.00			6.00		36.00	11.00	5.80	8.00	3.50	18.00		12.00	8.80	7.90	5.40	13.00	5.20	5.90	4.40	9.40	9.00	8.80	
Baryum (Ba)	mg/kgMS		310.00	260.00			480.00		190.00	430.00	25.00	240.00	450.00	290.00		240.00	120.00	560.00	37.00	270.00	26.00	360.00	300.00	970.00	370.00	430.00	
Cadmium (Cd)	mg/kgMS		0.20	0.30			0.10		0.30	0.30	< 0.1	0.30	< 0.1	0.50		0.50	0.40	0.30	< 0.1	0.10	< 0.1	0.10	0.20	0.10	0.30	0.20	
Chrome total (Cr)	mg/kgMS		23.00	17.00			13.00		25.00	23.00	25.00	33.00	15.00	24.00		20.00	24.00	19.00	28.00	23.00	28.00	14.00	9.70	18.00	18.00	21.00	
Cuivre (Cu)	mg/kgMS		43.00	37.00			24.00		51.00	38.00	4.40	36.00	32.00	63.00		45.00	26.00	63.00	6.90	54.00	3.50	26.00	26.00	44.00	28.00	25.00	
Mercuré (Hg)	mg/kgMS		0.16	0.06			0.05		0.09	0.15	<																

Sondage		MOY ST5-A	MOY ST5-B	MOY Ni1-4	MOY Ni5-7	F1 - ARC 201	F1 - NOUE	F1 - NOUE	F2 - ARC 201	F2 - NOUE	F2 - NOUE	F3 ARC 2015	F3 - NOUE	F3 - NOUE	F4 ARC 2015	F4 - NOUE	F4 - NOUE	F5 ARC 2015	F5 - NOUE	F5 - NOUE	F6 ARC 2015	F6 - NOUE	F6 - NOUE	F7 - NOUE	F7 - NOUE	F8 - ARC 201	F8 - NOUE	F8 - NOUE	F9 - ARC 2015	F9 - NOUE
Profondeur de prélèvement (m/sol)		0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	2.5 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	2.7 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.3 - 1.3 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	1.2 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.3 - 1.5 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.5 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.5 m	0.0 - 1.0 m
Nature de l'échantillon		Remblais	R / TN	Remblais	Remblais																									
Date de prélèvement		24/01/2022		26/01/2022	26/01/2022	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021
Indice organoleptique	PID (ppmV)	-	-	-	-																									
	Odeur	-	-	-	-	odeur hydrocarbures		odeur hydrocarbures										odeur hydrocarbures												
	Aspect	-	-	-	-																									
Paramètres généraux																														
Matière sèche	%	91.40	80.80	82.10	84.00	76.00	86.20	82.20	76.20	87.50	72.10	77.10	90.40		64.00	86.90	80.30	84.20	81.10	72.10	88.70	89.90	80.80	88.60	80.70	82.40	86.10	82.30	60.30	
pH	-	9.30	8.50	7.90	9.20		8.60	8.40		8.80	8.80	8.20	8.20			8.90	8.30	7.90	8.60	8.40		9.70	10.40	8.50	8.70	8.50	9.80	8.80		
COT	mg/kgMS	8700.00	43000.00	35000.00	46000.00		17000.00	98000.00		22000.00	130000.00	110000.00	42000.00			35000.00	83000.00	48000.00	40000.00	33000.00		28000.00	1800.00	41000.00	26000.00	46000.00	12000.00	30000.00		
Cyanures totaux	mg/kgMS	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0				< 1.0			< 1.0																		
HAP																														
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.19	0.10	0.10	0.07	0.08	0.11	< 0.050	< 0.050	0.49	0.13	0.48		< 0.050	0.18	0.12	0.46	0.10	< 0.050	0.19	0.06	< 0.050	0.17	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	0.06	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.12	0.13	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.50		< 0.050	0.09	0.14	0.10	< 0.050	< 0.050	0.19	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.08	< 0.050	< 0.050	0.09	
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050	0.08	< 0.050	0.14	0.16	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	0.09	< 0.050	0.45		< 0.050	0.26	0.37	0.07	0.15	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	0.20	< 0.050	< 0.050	0.10	0.06	0.10	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.36	0.63	0.75	1.30	0.38	0.68	0.18	1.30	0.79	0.80	1.90		0.27	2.50	4.90	1.20	1.00	0.12	1.70	0.75	< 0.050	1.60	0.38	0.79	0.82	0.75	0.91	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.13	0.14	0.20	0.07	0.10	< 0.050	0.38	0.43	0.13	0.41		< 0.050	0.45	0.85	0.21	0.15	< 0.050	0.23	0.12	< 0.050	0.76	0.08	0.11	0.14	0.39	0.22	
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.31	1.20	1.20	3.00	0.73	0.89	0.60	3.10	1.40	1.10	2.30		0.22	2.60	4.90	2.40	2.60	0.18	2.40	1.30	< 0.050	2.80	0.52	1.50	1.60	2.70	1.50	
Pyrène ⁸	mg/kgMS	< 0.050	0.30	1.20	1.10	2.10	0.73	1.10	0.42	2.60	1.50	0.71	2.00		0.19	2.30	3.70	1.70	3.00	0.19	1.50	1.40	< 0.050	2.60	0.57	0.79	1.50	2.90	0.96	
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.21	0.61	0.56	0.86	0.43	0.49	0.13	1.80	0.67	0.53	0.83		0.12	1.30	2.10	1.10	1.70	0.12	1.50	0.70	< 0.050	1.50	0.26	0.62	1.00	1.60	0.41	
Chrysène ^{6,10}	mg/kgMS	0.12	0.31	0.69	0.68	1.00	0.45	0.74	0.18	1.60	0.57	0.58	0.77		0.16	1.10	1.90	1.10	1.80	0.11	8.30	0.77	< 0.050	1.20	0.26	0.59	0.87	1.20	0.50	
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	0.08	0.12	0.78	0.58	1.10	0.55	0.67	0.20	1.60	0.58	0.61	0.82		0.13	1.10	1.70	1.30	1.70	0.15	5.50	0.80	< 0.050	1.20	0.26	0.64	0.95	1.30	0.45	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.35	0.31	0.49	0.24	0.28	0.12	0.85	0.32	0.27	0.44		< 0.050	0.61	0.86	0.69	0.91	< 0.050	0.67	0.42	< 0.050	0.71	0.14	0.33	0.48	0.73	0.20	
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.17	0.67	0.61	0.93	0.44	0.44	0.28	1.40	0.57	0.51	0.80		0.09	1.10	1.40	1.30	1.70	0.10	1.70	0.72	< 0.050	1.20	0.22	0.63	0.80	1.60	0.33	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050	0.06	0.12	< 0.050	0.24	0.10	< 0.050	0.12		< 0.050	0.15	0.26	0.11	0.27	< 0.050	1.40	0.12	< 0.050	0.23	< 0.050	0.06	0.14	0.18	< 0.050	
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.48	0.35	0.51	0.35	0.35	0.14	0.80	0.21	0.23	0.55		< 0.050	0.72	0.77	0.71	1.00	0.08	1.10	0.52	< 0.050	0.79	0.14	0.28	0.59	0.80	0.12	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.08	0.50	0.45	0.74	0.30	0.27	0.21	0.83	0.22	0.39	0.53		< 0.050	0.75	0.73	1.20	0.91	< 0.050	2.10	0.51	< 0.050	0.76	0.14	0.49	0.52	0.85	0.25	
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	0.20	2.13	7.41	7.09	13.00	4.81	6.24	2.50	16.60	7.94	6.00	12.90		1.20	15.30	24.70	14.00	17.00	1.05	29.00	8.19	n.d.	15.80	2.97	6.90	9.51	15.20	6.00	
Hydrocarbures C5-C40																														
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS						< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20		< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS						< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20		< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS						< 0.20	< 0.20	2.00	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20		< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																													
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																													
HC (C6-C8)																														
HC (C8-C10)																														
Somme HC C5-C10																														
Fraction C10-C12	mg/kgMS	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	13.00	< 4.0	< 4.0	< 4	4.60		< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	
Fraction C12-C16	mg/kgMS	< 4.0	21.70	< 4.0	6.70	20.00	6.80	15.00	18.00	8.70	13.30	12.00	10.70		13.00	24.90	10.10	9.00	15.50	< 4.0	< 4	11.00	< 4.0	14.10	8.30	< 4	< 4.0	10.20	< 4	
Fraction C16-C20	mg/kgMS	< 2.0	33.90	10.10	10.60	57.00	9.30	24.90	3.00	19.10	25.40	16.00	22.80		22.00	69.20	28.60	14.00	37.20	6.20	23.00	19.20	4.20	28.10	20.10	6.00	15.20	25.90	< 2	
Fraction C20-C24	mg/kgMS	< 2.0	27.20	13.50	13.70	100.00	11.70	32.80	< 2	27.30	29.70	21.00	32.00		27.00	75.30	34.00	21.00	49.60	6.00	63.00	25.60	7.20	39.10	36.70	8.00	28.70	94.70	4.00	
Fraction C24-C28	mg/kgMS	< 2.0	19.70	18.80	20.00	120.00	17.70	44.50	< 2	40.00	26.60	30.00	43.30		36.00	57.40	51.90	26.00	44.30	5.30	92.00	31.70	18.40	46.60	46.30	8.00	33.70	350.00	3.00	
Fraction C28-C32	mg/kgMS	< 2.0	14.00	18.00	21.00	100.00	20.00	43.00	4.00	51.00	21.00	36.00	55.00		33.00	52.00	44.00	25.00	41.00	6.40	68.00	32.00	12.00	45.00	38.00	7.00	31.00	210.00	< 2	
Fraction C32-C36	mg/kgMS	< 2.0	4.20	10.00	11.10	57.00	15.30	24.70	< 2	54.40	12.10	16.00	50.20		15.00	41.80	18.10	11.00	34.50	< 2.0	28.00	26.80	7.50	29.70	16.90	4.00	23.80	85.70	< 2	
Fraction C36-C40	mg/kgMS	< 2.0	< 2.0	4.30	3.90	25.00	8.80	12.40	< 2	38.30	5.40	5.00	34.80		5.00	24.70	6.10	4.00	12.70	< 2.0	7.00	16.50								

Sondage		F9 - NOUE	F10 - ARC 201	F10 - ARC 201	F10 - NOUE	F10 - NOUE	F11 - ARC 201	F11 - NOUE	F11 - NOUE	F12 - ARC 201	F12 - NOUE	F12 - NOUE	MOY F13 + F14	F13 - NOUE	F13 - NOUE	F14 - NOUE	F14 - NOUE	T1 - ARC 2015	T1 - NOUE	T1 - NOUE	T2 - ARC 2015	T2 - NOUE	T2 - NOUE	T3 - ARC 2015	T3 - NOUE	T3 - NOUE	MOY T4 + T5	T4 - NOUE	T4 - NOUE	T5 - NOUE	T5 - NOUE
Profondeur de prélèvement (m/sol)		1.0 - 2.0 m	0.6 m	1.3 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.1 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.1 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 0.8 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.5 - 1.6 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	2.4 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.1 - 1.4 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m
Nature de l'échantillon																															
Date de prélèvement		02/2021	07/2015	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	07/2015	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021
Indice organoleptique	PID (ppmV)																														
	Odeur																				odeur hydrocarbures										
	Aspect																														
Paramètres généraux																															
Matière sèche	%	75.20	55.90	78.80	82.20	77.10		83.70	75.40	72.10	84.20	78.60	85.90	79.80	78.80	84.70	77.10	90.10	85.10	82.40	78.30	92.40	74.60	82.10	88.30	76.60	88.80	90.10	81.90		79.60
pH	-	8.20			8.50	8.60		8.60	8.50	8.10	8.30	8.50	8.40	8.10	8.30	8.50	8.60		9.60	8.50		9.30	8.50	8.80	9.40	8.50	95000.00	9.20	8.90		8.50
COT	mg/kgMS	9900.00			74000.00	5600.00		99000.00	70000.00	12000.00	31000.00	2300.00	20000.00	160000.00	57000.00	19000.00	2500.00		60000.00	14000.00		11000.00	5700.00	210000.00	30000.00	15000.00	95000.00	1400.00	1600.00		29000.00
Cyanures totaux	mg/kgMS									< 1.0			< 1.0											< 1.0							
HAP																															
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.20	< 0.050	0.08	< 0.050		0.07	0.68	< 0.050	0.24	< 0.050	0.10	0.46	< 0.050	0.20	< 0.050	< 0.050	0.59	< 0.050	0.07	< 0.050	< 0.050	0.19	0.15	< 0.050	0.17	< 0.050	< 0.050		< 0.050
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.06	< 0.050	0.06	< 0.050	< 0.050		< 0.050	
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.09	0.10	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	2.60	0.16	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.14	0.13	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	3.30	0.21	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.17	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	0.23	< 0.050	0.57	< 0.050		0.23	0.89	0.96	0.83	< 0.050	0.72	1.10	0.09	0.34	< 0.050	< 0.050	29.60	1.90	0.55	0.30	0.11	0.83	1.80	0.08	1.60	0.10	< 0.050		0.19
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050		< 0.050	0.09	0.09	0.17	< 0.050	0.17	0.11	< 0.050	0.06	< 0.050	< 0.050	7.30	0.41	< 0.050	0.11	< 0.050	< 0.050	0.31	< 0.050	0.32	< 0.050	< 0.050	< 0.050	
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	0.12	0.08	1.50	< 0.050		0.27	0.54	1.10	1.80	< 0.050	2.00	1.20	< 0.050	0.61	< 0.050	< 0.050	26.40	1.80	0.45	1.20	0.32	0.55	3.40	0.29	1.90	0.23	< 0.050		0.18
Pyrène ⁸	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.08	1.70	< 0.050		0.32	0.69	0.68	1.90	< 0.050	1.20	1.50	0.11	0.65	< 0.050	< 0.050	31.80	1.70	0.32	1.40	0.39	0.18	2.90	0.27	1.20	0.27	< 0.050		0.30
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.77	0.09		0.13	0.29	0.25	1.00	< 0.050	0.94	0.81	< 0.050	0.40	< 0.050	< 0.050	12.90	0.74	0.27	0.93	0.23	0.34	1.40	0.16	0.93	0.14	< 0.050		0.20
Chrysène ^{6,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.69	0.07		0.16	0.23	0.29	0.88	< 0.050	0.93	0.76	< 0.050	0.34	< 0.050	< 0.050	11.90	0.68	0.29	0.69	0.19	1.10	0.99	0.13	0.86	0.12	< 0.050		0.25
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	0.07	0.79	0.09		0.14	0.10	0.22	0.97	< 0.050	1.20	0.73	< 0.050	0.44	< 0.050	< 0.050	10.30	0.56	0.34	0.88	0.19	0.83	1.10	0.16	1.10	0.13	< 0.050		0.26
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.39	< 0.050		0.06	0.11	0.11	0.52	< 0.050	0.57	0.36	< 0.050	0.24	< 0.050	< 0.050	5.80	0.34	0.15	0.53	0.13	0.16	0.65	0.08	0.51	0.08	< 0.050		0.11
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.62	0.13		0.08	0.24	0.21	0.90	< 0.050	1.20	0.55	< 0.050	0.39	< 0.050	< 0.050	12.00	0.66	0.28	0.90	0.21	0.41	1.50	0.17	0.83	0.14	< 0.050		0.20
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.11	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.17	< 0.050	0.10	0.11	< 0.050	0.10	< 0.050	< 0.050	1.40	0.09	< 0.050	0.11	< 0.050	0.12	0.11	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.44	0.09		0.07	0.23	0.11	0.65	< 0.050	0.61	0.36	< 0.050	0.32	< 0.050	< 0.050	7.10	0.44	0.19	0.58	0.16	0.28	0.70	0.11	0.39	0.11	< 0.050		0.16
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.45	0.08		< 0.050	0.17	0.15	0.59	< 0.050	0.98	0.30	< 0.050	0.30	< 0.050	< 0.050	5.60	0.33	0.24	0.82	0.13	0.33	0.88	0.33	0.70	0.11	< 0.050		0.16
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	n.d.	0.55	0.23	8.21	0.55		1.54	4.25	4.40	10.80	n.d.	11.00	8.35	0.20	4.39	n.d.	< lq	169.00	10.00	3.20	8.45	2.06	5.30	15.90	1.79	11.00	1.43	n.d.		2.01
Hydrocarbures C5-C40																															
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20		< 0.20
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	0.35	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20		< 0.20
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	0.26	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 0.20	< 0.20		< 0.20
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																														
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																														
HC (C6-C8)	mg/kgMS																														
HC (C8-C10)	mg/kgMS																														
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																														
Fraction C10-C12	mg/kgMS	< 4.0	< 4	< 4	< 4.0	< 4.0		< 4.0	6.00	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	8.10	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	33.00	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0		< 4.0
Fraction C12-C16	mg/kgMS	< 4.0	< 4	< 4	9.20	< 4.0		9.90	35.00	< 4	6.80	< 4.0	< 4	27.90	7.60	5.50	< 4.0	< 4	33.60	< 4.0	310.00	< 4.0	< 4.0	18.00	7.90	< 4.0	< 4	< 4.0	< 4.0		< 4.0
Fraction C16-C20	mg/kgMS	< 2.0	6.00	< 2	18.40	3.00		16.40	67.90	10.00	11.50	< 2.0	10.00	38.80	9.00	7.20	< 2.0	< 2	180.00	10.80	340.00	12.10	< 2.0	27.00	29.80	4.20	11.00	2.70	< 2.0		7.00
Fraction C20-C24	mg/kgMS	< 2.0	6.00	< 2	34.20	3.00		19.80	92.30	11.00	15.00	< 2.0	20.00	39.30	7.20	8.60	< 2.0	< 2	200.00	11.20	190.00	20.00	< 2.0	26.00	50.10	5.10	16.00	2.60	< 2.0		11.10
Fraction C24-C28	mg/kgMS	< 2.0	8.00	< 2	42.70	3.10		22.30	100.30	9.00	16.90	< 2.0	27.00	51.50	7.90	12.50	< 2.0	2.00	140.00	9.10	78.00	41.80	< 2.0	22.00	66.40	5.90	17.00	2.80	< 2.0</		

Sondage		T6 - NOUE	T6 - NOUE	Y T6 + T8 + T9	T9 - ARC 2015	MOY T11bis	T12 - ARC 2015	T13	MOY T14	MOY T15	R1-PZ1	R2-PZ2	R3-PZ3	R4-PZ4	R5	R6	SP1	SP2	SP3	T15 - ARC 2015	F15 - NOUE	F15 - NOUE	T15 - ARC 2015	T16 - ARC 2015	T16 - ARC 2015	T16 - ARC 2015	F16 - NOUE	F16 - NOUE	T16 - ARC 2015	T17 - ARC 2015	F17 - NOUE		
Profondeur de prélèvement (m/sol)		0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	0.4 -2.1 m	0.0 - 1.0 m	0.0 - 1.0 m	1.3 m	0.6 - 1.5 m	0.0 - 0.8 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.2 - 1.2 m	1.2 m	2.0 m	2.9 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.25 - 1.1 m	1.7 m	0.0 - 1.0 m		
Nature de l'échantillon																																	
Date de prélèvement		02/2021	02/2021	07/2015	07/2015	07/2015	07/2015	07/2015	07/2015	07/2015	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	01/2010	03/2017	02/2021	02/2021	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	02/2021	02/2021	03/2017	03/2017	02/2021	
Indice organoleptique	PID (ppmV)																																
	Odeur																																
	Aspect																																
Paramètres généraux																																	
Matière sèche	%	90.00	79.00	87.60	83.00	85.50	78.50	79.00	69.50	86.90	65.30	76.60	80.90	84.70	80.60	74.20	76.70			93.50	73.30	92.10	81.50	84.80	84.80	71.50	81.90	83.40	81.00	85.00	80.20	92.60	
pH	-	8.50	8.30	8.30	9.70				9.10													8.60	8.20	7.60				8.30	8.50	7.10		8.70	
COT	mg/kgMS	30000.00	81000.00	130000.00	3200.00				110000.00													12000.00	4800.00	59000.00				23000.00	2600.00	60000.00		19000.00	
Cyanures totaux	mg/kgMS			< 1.0																													
HAP																																	
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	0.22	0.29	0.06	< 0.050	0.43	0.10	< 0.050	0.65	< 0.10											0.41	0.12	0.10	0.21	0.12	0.31	< 0.050	< 0.50	< 0.050	0.19	0.14	< 0.050	
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050											< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.17	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.50	< 0.050	< 0.050	< 0.050		
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.15	< 0.050	< 0.050	0.83	< 0.050											< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.06	< 0.050	< 0.050	0.54	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.08	< 0.050	< 0.050	0.96	< 0.050											< 0.050	0.08	< 0.050	0.19	0.11	< 0.050	< 0.050	1.60	< 0.050	0.09	< 0.050		
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	0.57	0.65	0.39	< 0.050	3.30	0.65	1.90	1.10	21.00											1.10	1.40	0.61	1.10	1.40	0.66	< 0.050	24.60	< 0.050	0.98	1.20	0.06	
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	0.19	0.12	< 0.050	< 0.050	0.08	0.07	0.07	0.24	3.50											< 0.050	0.29	0.12	0.25	0.21	< 0.050	< 0.050	5.40	< 0.050	0.16	0.15	< 0.050	
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.81	0.92	0.38	< 0.050	1.90	1.70	1.10	5.30	22.00											0.31	1.70	0.80	2.80	2.10	0.57	< 0.050	45.80	< 0.050	2.00	2.00	0.10	
Pyréne ⁸	mg/kgMS	0.77	1.00	0.31	< 0.050	1.20	0.90	0.54	4.70	12.00											0.38	1.80	0.82	1.80	1.30	0.49	< 0.050	33.50	< 0.050	1.20	1.50	0.11	
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	0.47	0.46	0.26	< 0.050	0.67	0.96	0.41	4.60	8.20											0.25	1.20	0.55	1.40	0.81	0.28	< 0.050	21.80	< 0.050	0.89	0.81	0.06	
Chrysène ^{6,10}	mg/kgMS	0.44	0.43	0.31	< 0.050	2.70	3.80	1.20	4.50	6.60											0.38	1.10	0.45	1.40	0.83	0.31	< 0.050	16.50	< 0.050	1.50	0.85	0.07	
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	0.50	0.49	0.37	< 0.050	1.90	< 3.0	0.97	10.00	6.40											0.20	1.20	0.53	1.70	0.81	0.22	< 0.050	17.90	< 0.050	1.40	0.74	< 0.050	
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.28	0.25	0.17	< 0.050	0.22	0.60	0.23	5.50	3.60											0.08	0.56	0.28	0.81	0.40	0.14	< 0.050	9.80	< 0.050	0.49	0.42	< 0.050	
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.46	0.43	0.26	< 0.050	0.35	1.40	0.54	13.00	5.90											0.14	1.00	0.47	1.50	0.67	0.22	< 0.050	14.90	< 0.050	0.99	0.61	< 0.050	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	0.07	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.27	0.90	0.16	0.92	0.70											< 0.050	0.16	0.09	0.19	0.06	< 0.050	< 0.050	3.00	< 0.050	0.22	< 0.050	< 0.050	
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS	0.34	0.33	0.15	< 0.050	0.32	1.10	0.25	7.90	2.30											< 0.050	0.64	0.31	0.92	0.28	0.27	< 0.050	9.00	< 0.050	0.67	0.31	0.07	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.39	0.29	0.22	< 0.050	0.54	2.30	0.61	12.00	5.20											0.11	0.62	0.27	1.20	0.42	0.21	< 0.050	9.70	< 0.050	0.85	0.46	0.09	
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	5.51	5.66	2.90	< lq	14.00	14.00	8.00	70.00	99.00											3.40	11.90	5.40	16.00	9.60	3.70	< lq	214.00	n.d.	12.00	9.20	0.56	
Hydrocarbures C5-C40																																	
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0											< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0		< 1.0		< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20	
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	1.30	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0											< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	1.50		< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20		
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS	< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	33.00	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0											< 1.0	< 0.20	< 0.20	< 1.0	1.70		< 0.20	< 0.20	< 1.0	< 1.0	< 0.20		
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																																
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																																
HC (C6-C8)																																	
HC (C8-C10)																																	
Somme HC C5-C10																																	
Fraction C10-C12	mg/kgMS	< 4.0	< 4.0	< 4	< 4	150.00	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4			< 4	10.00	< 4.0	< 4.0	< 4	10.00	< 4	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4	8.00	< 4.0	
Fraction C12-C16	mg/kgMS	7.60	6.60	14.00	< 4	150.00	10.00	< 4	17.00	9.00	< 4	< 4	7.00	< 4	6.00	< 4	< 4			< 4	38.00	4.90	< 4.0	< 4.0	7.00	29.00	20.00	< 4	15.10	< 4.0	9.00	42.00	< 4.0
Fraction C16-C20	mg/kgMS	9.70	9.20	18.00	< 2	73.00	24.00	16.00	29.00	91.00	< 2	11.00	19.00	< 2	43.00	9.00	3.00			< 2	33.00	11.10	3.10	19.00	39.00	45.00	< 2	100.00	< 2.0	16.00	69.00	4.80	
Fraction C20-C24	mg/kgMS	8.70	8.50	16.00	< 2	44.00	47.00	42.00	69.00	75.00	< 2	25.00	41.00	< 2	57.00	16.00	13.00			< 2	22.00	12.60	2.80	32.00	41.00	66.00	< 2	110.00	< 2.0	25.00	70.00	13.80	
Fraction C24-C28	mg/kgMS	9.80	8.60	16.00	< 2	25.00	74.00	22.00	110.00	56.00	20.00	31.00	62.00	4.00	42.00	22.00	16.00			12.00	14.00	10.70	2.80	37.00	44.00	88.00	< 2	77.90	< 2.0	29.00	61.00	14.40	
Fraction C28-C32	mg/kgMS	7.60	7.80	13.00	< 2	13.00	83.00	8.00	82.00	44.00	18.00	26.00	73.00	5.00	32.00	27.00	13.00			13.00	7.00	7.20	< 2.0	27.00	40.00	83.00	< 2	43.00	< 2.0	22.00	46.00	6.70	
Fraction C32-C36	mg/kgMS	4.30	2.90	6.00	< 2	7.00	39.00	3.00	43.00	49.00	25.00	10.00	38.00	< 2	19.00	15.00	7.00			11.00	< 2	3.30	< 2.0	13.00	19.00	42.00	< 2	24.60	< 2.0	10.00	22.00	< 2.0	
Fraction C36-C40	mg/kgMS	< 2.0	< 2.0	< 2	< 2	< 2	13.00	< 2	14.00	38.00	15.00	8.00	22.00	< 2	8.00	9.00	4.00			9.00	< 2	< 2.0	< 2.0	4.00	7.00	18.00	< 2	6.40	< 2.0	4.00	7.00	< 2.0	
Somme HC C10-C40	mg/kgMS	51.60	46.20	86.00	< 20	464.00	294.00	97.00	363.00	364.00	83.00	117.00	265.00	< 20	206.00	104.00	60.00			48.00	126.00	52.90	< 20.0	142.00	230.00	364.00	< 20	380.00	< 20.0	119.00	325.00	43.80	

Sondage		F17 - NOUE	F17 - ARC 2017	F18 - ARC 2017	F18 - ARC 2017	F18 - ARC 2017	F18 - NOUE	F18 - NOUE	F19 - NOUE	F19 - NOUE	F20 - 2017	F20 - 2017	F20 - NOUE	F20 - NOUE	F21 - ARC 2017	F21 - ARC 2017	F21 - ARC 2017	F21 - ARC 2017	F22	F22	MOY F22	F23	F23	MOY F23	F1-1	F1-1	F1-2	F2-1	F2-1	F2-1	F2-2
Profondeur de prélèvement (m/sol)		1.0 - 2.0 m	0.08 - 1.0 m	0.7 m	1.6 m	2.2 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	0.25 m	1.4 m	0.0 - 1.0 m	1.0 - 2.0 m	1.8 m	2.4 m	2.6 m	0.15 - 1.2 m	2.1 m	2.5 m	0.1 - 1.0 m	1.8 m	2.3 m	0.4 - 1.2 m	2.2 m	2.8 m	2.2 m	0.6 m	2.2 m	2.8 m	2.7 m
Nature de l'échantillon																															
Date de prélèvement		02/2021	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	03/2017	03/2017	02/2021	02/2021	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	03/2017	
Indice organoleptique	PID (ppmV)																														
	Odeur																														
	Aspect																														
Paramètres généraux																															
Matière sèche	%		84.60	82.80	78.20		83.40	77.60		80.80	80.70	83.50		79.90	75.60		66.50	77.90	72.90	83.50	81.50	75.40	72.10	82.20	82.30	73.40	65.40	80.10	74.30	76.30	79.60
pH	-		8.00				8.70	8.60		8.70				8.60							7.30			8.10							
COT	mg/kgMS		71000.00				65000.00	2400.00		6900.00				3600.00				88000.00			32000.00			71000.00							
Cyanures totaux	mg/kgMS																														
HAP																															
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS		0.30	0.34	< 0.050		< 0.050	< 0.050		< 0.050	0.09	0.09		< 0.050	0.09		1.10	0.60		0.28	0.09	< 0.050	< 0.050	0.34	< 0.050	< 0.050	0.17	< 0.050	< 0.050		< 0.050
Acénaphthylène	mg/kgMS		< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.11	< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.06		< 0.050	< 0.050		< 0.50	0.32		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.30	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050
Acénaphthène	mg/kgMS		< 0.050	0.19	< 0.050		0.12	< 0.050		< 0.050	0.19	0.07		< 0.050	< 0.050		1.30	< 0.050		0.22	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.16	< 0.050	0.15	< 0.050	0.07		< 0.050
Fluorène	mg/kgMS		0.12	0.33	< 0.050		0.60	< 0.050		< 0.050	0.12	0.10		< 0.050	< 0.050		< 0.50	0.49		0.25	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.34	0.13	< 0.050	0.15	< 0.050	< 0.050		< 0.050
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS		1.90	7.00	0.36		7.40	< 0.050		0.08	1.90	0.93		< 0.050	0.22		2.60	3.00		1.60	0.48	0.20	0.25	1.50	0.86	< 0.050	2.10	0.44	0.79		< 0.050
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS		0.27	0.94	< 0.050		1.60	< 0.050		< 0.050	0.36	0.14		< 0.050	< 0.050		< 0.50	0.53		0.23	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.34	0.17	< 0.050	0.18	< 0.050	0.09		< 0.050
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS		3.00	10.00	0.27		7.10	< 0.050		< 0.050	3.10	1.40		< 0.050	0.54		2.40	3.60		3.60	0.99	0.19	0.98	2.80	1.20	< 0.050	2.10	0.84	0.38		< 0.050
Pyréne ⁸	mg/kgMS		1.90	6.50	0.33		5.40	< 0.050		0.09	2.50	0.90		< 0.050	0.37		1.50	2.20		3.00	0.64	0.24	0.90	2.10	1.00	< 0.050	1.50	0.54	0.61		< 0.050
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS		1.10	3.50	0.20		3.40	< 0.050		< 0.050	1.90	0.79		< 0.050	0.28		2.70	1.70		0.84	0.65	0.13	0.35	1.20	0.41	< 0.050	0.73	0.29	0.36		< 0.050
Chrysène ^{6,10}	mg/kgMS		1.10	3.30	0.28		3.40	< 0.050		< 0.050	5.00	0.93		< 0.050	0.25		3.60	1.50		0.86	1.70	0.16	0.44	1.20	0.57	< 0.050	0.72	0.34	0.31		< 0.050
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS		1.10	3.00	0.18		2.90	< 0.050		< 0.050	3.50	0.93		< 0.050	0.36		0.98	1.50		1.40	2.00	0.13	0.49	1.20	0.49	< 0.050	0.75	0.39	0.26		< 0.050
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS		0.56	1.40	0.07		1.20	< 0.050		< 0.050	0.69	0.40		< 0.050	0.17		< 0.50	0.81		0.60	0.77	< 0.050	0.26	0.56	0.19	< 0.050	0.43	0.20	0.22		< 0.050
Benzo(a)pyréne ^{6,8,10}	mg/kgMS		1.00	2.50	0.09		2.20	< 0.050		< 0.050	1.40	0.63		< 0.050	0.36		< 0.50	1.50		1.30	1.30	0.07	0.53	1.20	0.39	< 0.050	0.38	0.31	0.15		< 0.050
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS		0.14	0.35	< 0.050		0.46	< 0.050		< 0.050	0.63	0.09		< 0.050	< 0.050		< 0.50	0.15		0.08	0.29	< 0.050	< 0.050	0.12	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050
Benzo(g,h,i)peryène ^{6,10}	mg/kgMS		0.58	1.20	0.08		1.00	< 0.050		0.07	0.92	0.25		< 0.050	0.22		< 0.50	0.81		0.59	1.00	0.28	0.31	0.63	0.26	< 0.050	0.32	0.25	0.16		< 0.050
Indéno(1,2,3-cd)pyréne ^{6,8,10}	mg/kgMS		0.74	1.90	0.09		1.40	< 0.050		0.07	1.50	0.53		< 0.050	0.29		< 0.50	1.10		0.73	1.50	0.08	0.39	0.77	0.29	< 0.050	0.40	0.34	0.13		< 0.050
Somme des 16 HAP	mg/kgMS		14.00	42.00	1.90		38.30	n.d.		0.30	24.00	8.20		n.d.	3.10		16.00	20.00		16.00	11.00	1.50	4.90	15.00	6.10	< lq	10.00	3.90	3.50		< lq
Hydrocarbures C5-C40																															
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS		< 1.0	< 1.0	< 1.0		< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 1.0	< 1.0		< 0.20				< 1.0		< 1.0	1.80	< 1.0	< 1.0	< 1.0			< 1.0		< 1.0		
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS		1.50	1.30	< 1.0		< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 1.0	< 1.0		< 0.20				< 1.0		< 1.0	3.40	< 1.0	< 1.0	< 1.0			< 1.0		< 1.0		
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS		1.50	1.30	< 1.0		< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 1.0	< 1.0		< 0.20				< 1.0		1.60	5.30	< 1.0	< 1.0	< 1.0			< 1.0		< 1.0		
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																														
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																														
HC (C6-C8)																															
HC (C8-C10)																															
Somme HC C5-C10																															
Fraction C10-C12	mg/kgMS		< 4	< 4	< 4		< 4.0	< 4.0		< 4.0	< 4	< 4		< 4.0	< 4		81.00	< 4	< 4	44.00	< 4	< 4	18.00	< 4	< 4	< 4	13.00	< 4	9.00	14.00	< 4
Fraction C12-C16	mg/kgMS		17.00	18.00	18.00		9.80	< 4.0		< 4.0	12.00	24.00		< 4.0	< 4		320.00	21.00	16.00	110.00	29.00	25.00	210.00	17.00	18.00	< 4	38.00	5.00	42.00	63.00	< 4
Fraction C16-C20	mg/kgMS		30.00	51.00	22.00		33.90	< 2.0		< 2.0	27.00	49.00		< 2.0	6.00		2680.00	35.00	26.00	51.00	29.00	65.00	34.00	290.00	29.00	< 2	60.00	11.00	71.00	83.00	< 2
Fraction C20-C24	mg/kgMS		38.00	54.00	19.00		33.90	< 2.0		< 2.0	42.00	77.00		< 2.0	6.00		8620.00	37.00	23.00	54.00	70.00	36.00	220.00	33.00	100.00	< 2	120.00	27.00	110.00	90.00	< 2
Fraction C24-C28	mg/kgMS		41.00	52.00	24.00		30.60	< 2.0		< 2.0	46.00	91.00		< 2.0	6.00		11400.00	32.00	15.00	67.00	72.00	34.00	83.00	38.00	77.00	< 2	210.00	71.00	150.00	120.00	< 2
Fraction C28-C32	mg/kgMS		32.00	42.00	24.00		23.00	< 2.0		< 2.0	35.00	74.00		2.50	5.00		8170.00	19.00	10.00	47.00	63.00	24.00	37.00	33.00	50.00	< 2	230.00	90.00	130.00	110.00	< 2
Fraction C32-C36	mg/kgMS		17.00	18.00	10.00		13.40	< 2.0		< 2.0	17.00	35.00		< 2.0	3.00		3940.00	8.00	5.00	22.00	44.00	13.00	15.00	19.00	23.00	< 2	100.00	85.00	58.00	54.00	< 2
Fraction C36-C40	mg/kgMS		7.00	7.00	3.00		3.70	< 2.0		< 2.0	7.00	11.00		< 2.0	< 2		1290.00	< 2	< 2	6.00	18.00	5.00	4.00	8.00	8.00	< 2	35.00	47.00	19.00	16.00	< 2
Somme HC C10-C40	mg/kgMS		186.00	248.00	125.00		160.00	< 20.0		< 20.0	188.00	366.00		< 20.0	32.00		36400.00	160.00	99.00	406.00	363.00	176.00	881.00	179.00	335.00	< 20	815.00	338.00	576.00	545.00	< 20
Métaux et métalloïdes																															
Antimoine (Sb)	mg/kgMS																														

Sondage		F21-A	F21-B	F21-C	F21-D	F21-E	Z1-FA	Z1-FE	Z1-PK	Z1-PJ	Z1-PI	Z1-PG	Z1-PE	Z1-PD	Z1-PD	Z1-PC	Z1-PB	Z1-PA	Z1-PA	Z2-FA	Z2-FC	Z2-PA	Z2-PC	Z2-PH	Z2-PD	Z2-PE	Z2-PF	SDIS 1	SDIS 1	SDIS 1	SDIS 2	SDIS 2		
Profondeur de prélèvement (m/soi)		2.2 m	2.3 m	2.2 m	1.6 m	2.2 m	1.7 m	1.4 m	0.7 m	0.6 m	1.0 m	1.2 m	0.8 m	0.6 m	1.3 m	0.9 m	1.4 m	0.6 m	1.3 m	2.7 m	2.7 m	2.0 m	2.0 m	1.8 m	2.3 m	2.3 m	2.3 m	0.5	1.2	2.0	0.5	1.6		
Nature de l'échantillon																																		
Date de prélèvement		04/2017	04/2017	04/2017	04/2017	04/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	05/2017	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021		
Indice organoleptique	PID (ppmV)																																	
	Odeur																																	
	Aspect																																	
Paramètres généraux																																		
Matière sèche	%	74.70	75.90	76.00	86.20	75.60	79.6	75.8	81.2	88.0	80.2	81.7	77.7	76.2	75.4	79.2	76.9	79.8	81.8	80.1	79.9	65.9	71.4	77.8	60.8	60.1	72.1	78.90	84.60	80.20	82.70	85.00		
pH	-	8.10																																
COT	mg/kgMS	83000.00																																
Cyanures totaux	mg/kgMS																																	
HAP																																		
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	0.070																		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.23	< 0.050	0.32	< 0.050	< 0.050		0.09	0.16		
Acénaphthylène	mg/kgMS	< 0.050																		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		
Acénaphthène	mg/kgMS	0.08																		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		
Fluorène	mg/kgMS	< 0.050																		< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.12	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	0.43																		< 0.050	< 0.050	0.29	1.40	0.37	0.74	0.82	0.22	0.43	0.21	1.10	1.30			
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	0.09																		< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.25	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.18	0.24		
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.91																		< 0.050	< 0.050	0.27	2.70	0.49	1.80	2.20	0.36	0.33	0.38	2.10	1.90			
Pyrène ⁶	mg/kgMS	0.82																		< 0.050	< 0.050	0.26	2.00	0.39	1.40	1.50	0.29	0.47	0.34	1.80	2.20			
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	0.37																		< 0.050	< 0.050	0.21	1.00	0.21	0.59	0.62	0.14	0.20	0.14	1.20	1.40			
Chrysène ^{8,10}	mg/kgMS	0.46																		< 0.050	< 0.050	0.26	1.00	0.28	0.72	0.80	0.17	0.29	0.19	1.60	2.50			
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	0.44																		< 0.050	< 0.050	0.18	0.97	0.26	0.82	0.92	0.18	0.24	0.20	1.60	2.10			
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.20																		< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.50	0.11	0.47	0.09	0.09	0.09	0.59	0.64				
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.44																		< 0.050	< 0.050	0.13	0.99	< 0.050	0.92	0.98	0.18	0.18	0.17	0.82	1.10			
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	< 0.050																		< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	0.09	< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.24	0.38			
Benzo(g,h,i)peryène ^{8,10}	mg/kgMS	0.35																		< 0.050	< 0.050	0.10	< 0.050	0.64	< 0.050	0.15	0.15	0.13		0.59	0.81			
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.33																		< 0.050	< 0.050	0.10	0.60	< 0.050	0.82	0.75	0.17	0.08	0.12	0.74	1.10			
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	5.00																		< lq	< lq	1.80	12.00	2.10	9.20	9.20	2.30	2.46	1.97		12.60	15.80		
Hydrocarbures C5-C40																																		
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS																											< 0.20			< 0.20	< 0.20		
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS																											< 0.20			< 0.20	< 0.20		
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS																											< 0.20			< 0.20	< 0.20		
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																																	
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																																	
HC (C6-C8)	mg/kgMS																																	
HC (C8-C10)	mg/kgMS																																	
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																																	
Fraction C10-C12	mg/kgMS	510.00	25.00	6.00	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	9.00	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0
Fraction C12-C16	mg/kgMS	1450.00	95.00	22.00	15.00	< 4	29.00	12.00	17.00	9.00	12.00	9.00	14.00	7.00	7.00	42.00	12.00	15.00	< 4	< 4	< 4	23.00	15.00	19.00	< 4	< 4	6.00	9.80	7.60	7.60	6.90	12.50		
Fraction C16-C20	mg/kgMS	290.00	74.00	37.00	34.00	3.00	92.00	26.00	27.00	34.00	22.00	20.00	23.00	11.00	19.00	87.00	73.00	81.00	20.00	< 2	< 2	32.00	32.00	71.00	9.00	9.00	18.60	13.60	23.10	19.80	32.00	32.00		
Fraction C20-C24	mg/kgMS	56.00	110.00	38.00	57.00	4.00	110.00	54.00	46.00	82.00	36.00	39.00	30.00	13.00	50.00	120.00	120.00	110.00	51.00	< 2	< 2	35.00	50.00	89.00	11.00	11.00	10.00	31.60	15.50	51.20	37.10	40.70		
Fraction C24-C28	mg/kgMS	40.00	130.00	32.00	67.00	5.00	70.00	90.00	60.00	110.00	50.00	80.00	30.00	18.00	110.00	140.00	94.00	95.00	75.00	< 2	< 2	32.00	74.00	72.00	12.00	13.00	14.00	40.40	20.20	76.20	51.60	43.50		
Fraction C28-C32	mg/kgMS	36.00	100.00	28.00	52.00	7.00	45.00	95.00	63.00	97.00	49.00	88.00	24.00	18.00	130.00	140.00	62.00	63.00	66.00	3.00	3.00	24.00	66.00	44.00	13.00	16.00	35.00	21.00	62.00	48.00	32.00			
Fraction C32-C36	mg/kgMS	9.00	47.00	12.00	21.00	< 2	33.00	44.00	42.00	53.00	20.00	34.00	9.00	7.00	57.00	110.00	31.00	29.00	32.00	< 2	< 2	12.00	31.00	14.00	7.00	8.00	7.00	27.40	18.90	40.40	30.20	14.70		
Fraction C36-C40	mg/kgMS	< 2	16.00	4.00	6.00	< 2	18.00	16.00	26.00	22.00	7.00	12.00	3.00	3.00	20.00	62.00	9.00	10.00	11.00	< 2	< 2	4.00	9.00	4.00	< 2	< 2	13.80	10.40	20.80	11.00	4.50			
Somme HC C10-C40	mg/kgMS	2400.00	594.00	179.00	255.00	< 20	405.00	339.00	287.00	413.00	198.00	285.00	135.00	80.00	393.00	710.00	406.00	402.00	256.00	< 20	< 20	167.00	282.00	319.00	63.00	65.00	64.00	180.00	110.00	290.00	210.00	180.00		
Métaux et métalloïdes																																		
Antimoine (Sb)	mg/kgMS	1.40																										9.90	6.20		17.00	13.00		
Arsenic (As)	mg/kgMS	17.00																																
Baryum (Ba)	mg/kgMS	300.00																																
Cadmium (Cd)	mg/kgMS	0.40																										0.20	0.10		1.10	0.50		
Chrome total (Cr)	mg/kgMS	20.00																										20.00	13.00		21.00	17.00		
Cuivre (Cu)	mg/kgMS	60.00																										30.00	13.00		57.00	48.00		
Mercure (Hg)	mg/kgMS	0.12																										0.07	< 0.05		0.16	1.31		
Molybdène (Mo)	mg/kgMS	3.40																</																

Sondage		SDIS 3	SDIS 3	SDIS 4	SDIS 4	SDIS 4	SDIS 5	SDIS 5	SDIS 5	SDIS 6	SDIS 6	SDIS 7	SDIS 7	SDIS 7	SDIS 8	SDIS 8	SDIS 9	SDIS 9	SDIS 9	SDIS 10	SDIS 10	SDIS 11	SDIS 11	SDIS 11	Pz2	Pz2	Pz3	Pz3
Profondeur de prélèvement (m/sol)		0.5	1.6	0.3	0.9	1.6	0.5	1.2	1.6	0.2	0.9	0.5	1.2	2.0	0.5	1.2	0.9	1.2	2.0	0.5	1.2	0.5	1.2	2.0	0.5	1.5	0.7	1.4
Nature de l'échantillon																												
Date de prélèvement		02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021	02/2021
Indice organoleptique	PID (ppmV)																											
	Odeur																											
	Aspect																											
Paramètres généraux																												
Matière sèche	%	81.80		99.60		78.80	89.40	72.60	96.60	85.20	79.90	90.90	73.50	54.70	81.90	82.10	65.20	70.40	80.70	81.60	79.40	76.60	70.60	70.90	87.70	70.40	84.40	79.70
pH	-																											
COT	mg/kgMS																											
Cyanures totaux	mg/kgMS																											
HAP																												
Naphtalène ¹⁰	mg/kgMS	0.11		0.12			< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	0.68		0.29	0.29	< 0.050	< 0.050		0.07	0.14	< 0.050	< 0.050		2.10	0.40	0.82	0.29
Acénaphthylène	mg/kgMS	0.26		< 0.050			< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.27	0.22	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.34	< 0.050	< 0.050	< 0.050
Acénaphthène	mg/kgMS	< 0.050		< 0.050			< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.95	0.21	< 0.050	< 0.050
Fluorène	mg/kgMS	0.40		< 0.050			< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	< 0.050	< 0.050		0.44	0.28	< 0.050	0.23		< 0.050	< 0.050	0.13	< 0.050		4.80	0.51	0.10	< 0.050
Phénanthrène ¹⁰	mg/kgMS	1.60		0.52			0.49	0.81		0.54	0.31	0.26	0.44		2.20	1.50	0.41	0.41		0.22	0.37	1.70	0.27		23.70	3.70	2.10	0.97
Anthracène ¹⁰	mg/kgMS	0.40		0.07			0.08	0.11		0.12	0.07	0.07	< 0.050		0.40	0.26	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.51	< 0.050		7.00	0.57	0.32	0.13
Fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	2.00		0.79			0.32	0.55		0.95	0.33	0.53	1.50		2.40	2.40	0.20	0.12		0.13	0.39	2.60	0.23		26.30	6.80	3.80	1.50
Pyrène ⁸	mg/kgMS	2.10		1.00			1.20	0.99		1.10	0.56	0.50	1.80		2.10	2.30	0.51	0.16		0.28	0.55	2.30	0.34		20.30	5.50	3.20	1.50
Benzo(a)anthracène ^{8,10}	mg/kgMS	1.10		0.61			0.59	0.56		0.49	0.38	0.24	0.84		0.98	1.20	0.21	0.10		0.12	0.26	1.20	0.11		12.20	2.30	1.50	0.70
Chrysène ^{5,10}	mg/kgMS	0.78		0.90			1.50	0.51		0.49	1.10	0.19	0.73		1.10	1.10	0.21	0.07		0.15	0.25	1.30	0.14		9.60	2.10	1.20	0.66
Benzo(b)fluoranthène ^{6,8}	mg/kgMS	0.81		0.86			1.10	0.48		0.52	0.80	0.25	0.90		0.96	0.88	0.13	0.13		0.12	0.24	0.81	0.11		8.90	2.30	1.70	0.69
Benzo(k)fluoranthène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.48		0.31			0.21	0.23		0.26	0.15	0.12	0.48		0.43	0.48	< 0.050	< 0.050		< 0.050	0.12	0.39	< 0.050		5.00	1.30	0.76	0.38
Benzo(a)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.88		0.55			0.51	0.39		0.48	0.33	0.22	1.00		0.85	0.62	0.11	< 0.050		0.09	0.20	0.56	< 0.050		9.00	2.30	1.70	0.63
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kgMS	0.13		0.13			0.27	0.12		0.06	0.19	< 0.050	0.10		0.21	0.15	< 0.050	< 0.050		< 0.050	< 0.050	0.16	< 0.050		1.40	0.31	0.21	0.12
Benzo(g,h,i)peryène ^{5,10}	mg/kgMS	0.42		0.43			0.39	0.26		0.35	0.23	0.13	0.59		0.37	0.38	0.08	< 0.050		0.07	0.15	0.27	< 0.050		4.60	1.70	1.10	0.46
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ^{6,8,10}	mg/kgMS	0.44		0.55			0.36	0.17		0.32	0.23	0.17	0.64		0.44	0.38	< 0.050	< 0.050		0.06	0.12	0.23	< 0.050		4.60	1.60	1.20	0.39
Somme des 16 HAP	mg/kgMS	11.90		6.84			7.02	5.18		5.68	4.68	2.68	9.70		13.40	12.40	1.86	1.22		1.31	2.79	12.20	1.20		141.00	31.60	19.70	8.42
Hydrocarbures C5-C40																												
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kgMS	< 0.20		< 0.20		< 0.20		< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20		< 0.20		< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kgMS	< 0.20		< 0.20		< 0.20		0.30	< 0.20		0.30	< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20	< 0.20	0.57	< 0.20	< 0.20
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kgMS	< 0.20		< 0.20		< 0.20		0.30	< 0.20		0.30	< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20			< 0.20	< 0.20	< 0.20		< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20	< 0.20
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kgMS																											
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kgMS																											
HC (C6-C8)	mg/kgMS																											
HC (C8-C10)	mg/kgMS																											
Somme HC C5-C10	mg/kgMS																											
Fraction C10-C12	mg/kgMS	< 4.0		< 4.0		< 4.0	< 4.0	14.70	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	8.30	160.00	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	< 4.0	12.50	< 4.0	< 4.0	< 4.0
Fraction C12-C16	mg/kgMS	9.80		11.00		< 4.0	7.50	82.80	22.50	7.00	< 4.0	< 4.0	9.70	< 4.0	18.70	23.00	37.60	720.00	< 4.0	11.90	11.00	22.30	19.40	< 4.0	69.40	13.50	11.50	12.40
Fraction C16-C20	mg/kgMS	26.70		20.80		2.80	25.30	90.90	32.50	17.00	5.90	9.20	17.00	35.60	36.50	33.30	55.10	540.00	< 2.0	11.50	16.60	35.90	28.00	3.10	240.00	48.40	19.10	20.10
Fraction C20-C24	mg/kgMS	30.90		32.90		< 2.0	58.50	64.30	36.10	37.00	20.90	13.60	20.00	68.70	41.60	36.70	41.30	180.00	< 2.0	9.70	18.90	31.70	23.10	3.10	250.00	87.60	19.50	19.20
Fraction C24-C28	mg/kgMS	33.30		33.00		< 2.0	98.20	59.80	35.70	48.90	19.50	12.30	19.70	79.30	39.40	34.70	26.20	40.60	< 2.0	9.80	20.30	24.50	17.80	< 2.0	210.00	140.00	19.90	19.60
Fraction C28-C32	mg/kgMS	29.00		26.00		3.20	96.00	43.00	30.00	40.00	15.00	7.90	16.00	66.00	32.00	27.00	17.00	6.30	< 2.0	8.00	19.00	17.00	14.00	< 2.0	180.00	210.00	15.00	14.00
Fraction C32-C36	mg/kgMS	26.40		15.30		< 2.0	87.60	18.70	11.00	24.30	8.50	3.90	9.00	49.90	16.20	12.40	6.00	< 2.0	< 2.0	3.80	11.70	6.90	5.70	< 2.0	160.00	200.00	6.30	6.30
Fraction C36-C40	mg/kgMS	12.80		6.20		< 2.0	47.90	5.20	2.20	9.70	4.00	< 2.0	4.90	22.70	6.50	4.80	< 2.0	< 2.0	< 2.0	4.50	< 2.0	4.50	< 2.0	< 2.0	110.00	130.00	< 2.0	< 2.0
Somme HC C10-C40	mg/kgMS	170.00		150.00		< 20.0	430.00	370.00	180.00	190.00	74.50	52.60	98.90	330.00	200.00	170.00	200.00	1700.00	< 20.0	58.60	100.00	140.00	110.00	< 20	1300.00	840.00	95.10	97.00
Métaux et métalloïdes																												
Antimoine (Sb)	mg/kgMS																											
Arsenic (As)	mg/kgMS	8.50		6.80			6.20	14.00		8.20	6.10	6.30	8.10		13.00	14.00	11.00	6.90		7.50	19.00	14.00	8.00		8.90	8.50	11.00	11.00
Baryum (Ba)	mg/kgMS																											
Cadmium (Cd)	mg/kgMS	0.30		0.20			0.20	0.20		0.10	< 0.1	0.20	0.20		0.50	0.30	< 0.1	0.10		< 0.1	0.20	< 0.1	< 0.2		0.40	0.40	0.10	0.20
Chrome total (Cr)	mg/kgMS	110.00		12.00			36.00	21.00		18.00	17.00	13.00	20.00		24.00	22.00	24.00	17.00		15.00	16.00	29.00	29.00		16.00	26.00	18.00	24.00
Cuivre (Cu)	mg/kgMS	21.00		31.00			23.00	60.00		22.00	16.00	16.00	37.00		65.00	69.00	39.00	23.00		19.00	22.00	69.00	47.00		35.00	35.00	41.0	

Annexe 10 : Toxicologie des substances et organes cibles

Composés	Voie d'absorption		Effets systémiques			Effets cancérigènes		
	principale	secondaire	Organes cibles			Classification		Type cancer
			Ingestion	Inhalation	Contact cutané	CIRC	EPA	
METAUX								
Antimoine	Ingestion	Inhalation	poumon, foie, rate, thyroïde, hématies peau, squelette, rein, cerveau			-	-	
Baryum	Ingestion	Inhalation	Fonction musculaire, tractus gastro-intestinal, diminution du poids corporel			3	D	
Bore	Ingestion	Inhalation	Irritation des voies respiratoires, squelette		Peau			D
Cuivre	Ingestion	Inhalation	Rein, foie, système cardiovasculaire, squelette, système nerveux central	Foie	Peau	3	D	
Manganèse	Inhalation	Ingestion		Foie, rein, SN		-	D	
Mercur élémentaire	Inhalation	Ingestion	SNC, rein, système cardiovasculaire, système gastro-intestinal	SNC, rein, fœtus, système cardiovasculaire	bouche	3	D	
Mercur inorganique	Ingestion	Inhalation	Système immunitaire, SNC, reins, système cardiovasculaire	-	système cardiovasculaire, rein, SNC, système immunitaire, système gastro-intestinal	3	D	
Mercur organique	Ingestion	Inhalation	-	SNC, rein, fœtus, système respiratoire et gastrointestinal, muscle	-	2B	C	
Molybdène	Ingestion	Inalation	rein, foie	Poumon	Peau			Pulmonaire
Plomb	Inhalation, Ingestion		Rein, système gastro-intestinal, squelette, système immunitaire	SNC, SNP, système cardio-vasculaire, thyroïde, système hémato-lymphatique		2A	B2	Bronchique et rénal (Ingestion et Contact cutané)
Sélénium	Inhalation Ingestion			Système gastro-intestinal	Système gastro-intestinal, muqueuses	3	D	
Zinc	Ingestion	Inhalation	Système gastro-intestinal, système hémato-lymphatique , système immunitaire,	poumon		3	D	
HAP								
Acénaphthène	Inhalation, Ingestion, Contact cutané		Foie, sang, poumon, organes de la reproduction	Foie, sang, poumon, organes de la reproduction	Foie, sang, poumon, organes de la reproduction	3	-	
Acénaphtylène	Inhalation, Ingestion					-	-	
Anthracène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Foie		3	D	
Benzo(a)anthracène	Ingestion	Inhalation				2A	B2	
Benzo(a)pyrène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané		Système digestif, foie, rein, moelle osseuse (système hémato lymphatique)		peau	2A	B2	
Benzo(b)fluoranthène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané		Système immunologique			2B	B2	
Benzo(g,h,i)perylene	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Système immunologique		3	D	
Benzo(k)fluoranthène	Inhalation, Ingestion			Système immunitaire		2B	B2	
Chrysène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané		Tissus adipeux, foie, cerveau, peau	Système immunologique		3	B2	
Dibenz(a,h)anthracène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané		Foie, peau, système immunologique			2B	B2	
Fluoranthène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané		Foie, rein			3	D	
Fluorène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané		Foie, sang			3	D	
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané					2B	B2	
Naphtalène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané		Système hémato lymphatique, yeux,système nerveux central, système gastro intestinal	poumon, système hémato lymphatique, yeux, rein foie		2B	C	
Phénanthrène	Inhalation	Contact cutané				3	D	
Pyrène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané		Rein			3	D	
CAV								
Benzène	Inhalation, Ingestion, Contact cutané		S. hématopoïétique , système immunitaire	S. hématopoïétique, système nerveux central, système immunitaire	Irritation	1	A	leucémie
Ethylbenzène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Foie, rein, système hémato lymphatique, effets ototoxiques		2B	D	
Toluène	Inhalation	Ingestion	Système nervux central, Foie, rein, fœtus, lait maternel			3	D	
Xylène	Inhalation	Ingestion, Contact cutané		SNC, foie, sang, poumon, peau, rate, rein	Yeux, SNC, peau, foie	3	D	
COHV								
Chlorure de méthylène	Inhalation	Ingestion, Contact cutané	TGI, foie	SNC, sang		2B	B2	
Trichloroéthane-1,1,1	Inhalation, ingestion		Foie, baisse masse corporelle, système nerveux centrale			-	D	
Trichloroéthylène	Inhalation	Ingestion	SNC, rein, foie, cœur, système immunitaire, peau			2A	B2/C	Pas de conclusion possible
HYDROCARBURES								
Hydrocarbures aliphatiques								
C5-C6	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Reins, foie		3	D	
C6-C8	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Reins, foie		3	D	
C8-C10	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Reins, foie		3	D	
C10-C12	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Foie, système hématologique		3	D	
C12-C16	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Foie, système hématologique		3	D	
C16-C21	Ingestion , Contact cutané				Foie	3	D	
C21-C35	Ingestion , Contact cutané				Foie	3	D	
Hydrocarbures aromatiques								
C5-C7	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Rein, foie		3	D	
C7-C8	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Rein, foie		3	D	
C8-C10	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Diminution poids corporel		3	D	
C10-C12	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Diminution poids corporel		3	D	
C12-C16	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Diminution poids corporel		3	D	
C16-C21	Ingestion , Contact cutané				Rein	3	D	
C21-C35	Ingestion , Contact cutané				Rein	3	D	
PCB								
PCB	Ingestion, Contact cutané		Peau (tissu adipeux), foie, cerveau			2A	B2	

Annexe 11 : Justification du choix des paramètres de transfert

1 Taux de renouvellement d'air dans le bâtiment

Le taux de renouvellement d'air est un paramètre important dans le calcul de la concentration d'exposition à l'intérieur du bâtiment car il agit comme un facteur de dilution.

Le taux de renouvellement d'air est fonction de la typologie du bâtiment et dépend de trois critères :

- le défaut d'étanchéité qui induit un taux de renouvellement d'air de 0,3 à 0,5 volume par heure ;
- la ventilation (définie par la superficie du bâtiment) qui induit un taux de renouvellement d'air de 0,7 à 1 volume par heure ;
- les ouvertures (définies par la configuration des lieux – porte livraison pour les poids lourds, taille des fenêtres, ...) qui induisent un taux de renouvellement d'air de 0,5 à 15 volumes d'air par heure.

Selon le CSTB¹, dans le cas d'une entreprise, le taux de renouvellement d'air est compris entre 2 et 15 fois le volume d'air par heure.

Le décret n°841093 du 7 décembre 1984 fixe les débits minimaux réglementaires de ventilation pour les locaux publics et de travail. Ce débit est fixé à 18 m³/h/occupant pour les bureaux et locaux assimilés, et 22 m³/h/occupant pour les locaux de vente et de restauration. Pour une pièce de 15 m² occupée par une personne, ces débits correspondent donc à 0,5 v/h pour des bureaux, et 0,6 v/h pour les locaux de vente et de restauration.

Pour cette étude, Arcadis a sélectionné un taux de renouvellement d'air pour les bureaux de 0,5 volumes d'air par heure soit 12 volumes par jour.

2 Différence de pression air du bâtiment/air du sol

La différence de pression entre l'air du bâtiment et l'air du sol définit la prise en compte ou non du phénomène de convection qui favorise le transfert des composés volatils vers l'intérieur du bâtiment, et augmente donc, de ce fait, la valeur du risque.

Selon l'INERIS, la différence de pression varie selon les publications (américaines et hollandaises) entre 0 et 4 Pa.

Afin de majorer le calcul d'exposition, Arcadis a utilisé pour cette étude la valeur la plus défavorable, soit 4 Pa.

3 Taux de fissuration

Ce paramètre traduit l'espace par lequel les vapeurs issues des sols présents sous la dalle de la construction pourront pénétrer à l'intérieur. Le taux de fissuration est sans unité dans la mesure où il correspond à un ratio de deux surfaces (surface de fissuration/surface de la dalle).

¹ Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

Dans la littérature, les taux de fissuration mentionnés sont très variables, compris entre 0,0001 et 0,001 (cf. tableau de synthèse 9 dans « User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings » - USEPA, 2003).

Pour cette étude, Arcadis a sélectionné la valeur contraignante de 0,001.

4 Epaisseur des fondations

La valeur prescrite par le Connecticut Department of Environmental Protection dans la publication de mars 2003: Remediation Standard Regulations Volatilization Criteria est de 15 cm pour l'épaisseur des fondations de l'habitation prise en considération dans l'étude.

Cette épaisseur est par ailleurs couramment mise en œuvre dans les bâtiments commerciaux.

Dans l'étude, cette valeur de 0,15 m, jugée réaliste, a été retenue par Arcadis pour l'épaisseur des fondations.

5 Nature du sol en zone non saturée

La nature des sols en zone non saturée retenue dans le cadre de cette étude est de type « limons sableux » compte tenu des observations faites sur le terrain.

Les paramètres de modélisation relatifs à la nature des sols correspondent à des valeurs communément admises au regard de la lithologie du site :

- porosité totale : 0,387 (cm³/cm³) ;
- teneur en eau : 0,103 (cm³/cm³) ;
- fraction de matière organique : 0,008 (mg/mg).

Ces paramètres sont développés dans le guide de Johnson et Ettinger².

6 Nature du sol en zone non saturée sous le bâtiment

La nature des sols en zone non saturée retenue dans le cadre de cette étude est de type « limons sableux » compte tenu des observations faites sur le terrain et des résultats des analyses granulométriques.

Les paramètres de modélisation relatifs à la nature des sols correspondent à des valeurs communément admises au regard de la lithologie du site :

- porosité totale : 0,387 (cm³/cm³) ;
- teneur en eau : 0,103 (cm³/cm³) ;
- fraction de matière organique : 0,008 (mg/mg).

Ces paramètres sont développés dans le guide de Johnson et Ettinger³.

² « User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings » - USEPA- 19 juin 2003

7 Porosité de la dalle

Ce paramètre définit la porosité de la matrice en place au niveau des fissures et correspond à la porosité du sol sous le bâtiment. Par défaut, le modèle de Johnson & Ettinger considère que les sols présents sous le bâtiment correspondent à une couche de forme de porosité égale à $0,25 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$.

C'est cette valeur de $0,25 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ proposée par défaut par le modèle qui a été retenue pour l'étude.

³ « User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings » - USEPA- 19 juin 2003

Annexe 12 : Equations de transfert

1 Calcul de la concentration dans l'air intérieur des bâtiments

Le modèle mathématique utilisé pour calculer des concentrations dans l'air à l'intérieur de bâtiments à partir de concentrations dans les sols ou dans les eaux souterraines repose sur le modèle de Johnson et Ettinger (1991).

L'entrée de substances volatiles dans un bâtiment va dépendre d'une part de paramètres environnementaux (concentration dans le sol ou la nappe, perméabilité et humidité du sol sous-jacent, distance de la source,...) et d'autre part des caractéristiques propres du bâtiment (dimensions du bâtiment, type de soubassement, fissuration de la surface en contact avec le sol, système de ventilation, ...).

Les phénomènes de convection sont associés à la dépression existant au sein du bâtiment provoquée par le tirage thermique essentiellement compte tenu de la différence de température entre l'intérieur du bâtiment et le sol. Plus la différence de température sera forte, plus la pénétration des vapeurs dans les bâtiments sera importante.

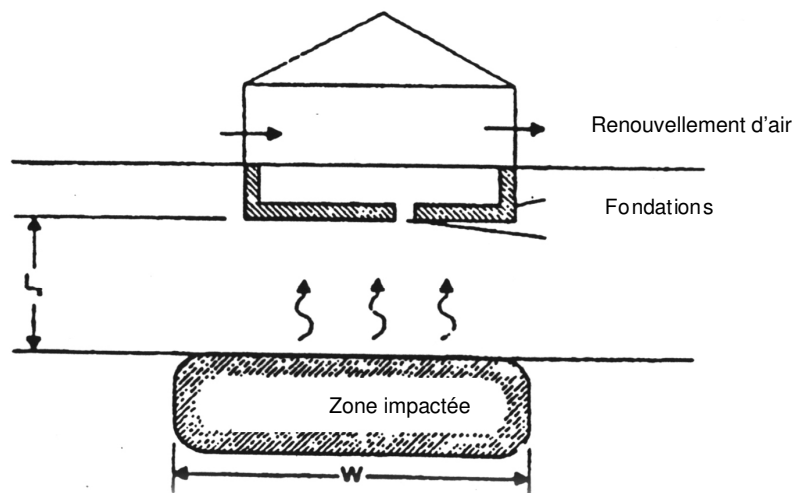


Figure 1 : Schéma conceptuel pour le calcul des concentrations d'exposition à l'intérieur des bâtiments à partir d'une source sol

Les équations de transfert mises en œuvre dans le logiciel RISC Workbench sont basées sur les équations établies par Johnson et Ettinger. Ces dernières ont été validées par l'USEPA et les informations

relatives à ce modèle mathématique sont développées dans le document « User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings » - USEPA - 19 juin 2003.¹

1.1 Transfert à partir des sols

1.1.1 Equations de transfert à partir d'une source sol

Le modèle combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers le sol avec un modèle de transport à travers les fondations.

Dans le sol, hors zone d'influence du bâtiment, le transport des polluants est régi par la diffusion ; il peut être décrit par la loi de Fick.

$$E = \frac{D_{eff} (C_{vs} - C_{vf}) \times A_B}{L_T} \quad (1)$$

Avec :

E : Flux massique du polluant vers le bâtiment (g/s)

D_{eff} : Coefficient de diffusion effectif (cm²/s)

C_{vs} : Concentration des vapeurs dans la zone source (g/cm³)

C_{vf} : Concentration des vapeurs sous les fondations du bâtiment (g/cm³)

A_B : Surface des fondations (cm²)

L_T : Distance de la source aux fondations (cm)

Au voisinage des fondations, le transport des polluants est régi par la diffusion et la convection à travers les fissures. L'équation traduisant ces phénomènes est la suivante :

$$E = Q_{sol} C_{vf} - \frac{Q_{sol} (C_{vf} - C_{int})}{\left[1 - \exp\left(\frac{Q_{sol} L_{crack}}{D_{crack} A_{crack}} \right) \right]} \quad (2)$$

Avec :

D_{crack} : Coefficient de diffusion effectif dans les fondations (cm²/s)

A_{crack} : Surface des fissures par lesquelles les vapeurs pourront entrer dans le bâtiment (cm²)

L_{crack} : Epaisseur des fondations (cm)

Q_{sol} : Débit de gaz en provenance du sol dans le bâtiment (cm³/s).

Ce paramètre peut être spécifié ou calculé à partir des données relatives à la surface des fissures, au type de sol en place, à la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, à la surface des fondations. Le flux est considéré passer dans un cylindre de longueur X_{crack} , de rayon r_{crack} localisé à une profondeur Z_{crack} sous le sol.

¹ http://www.epa.gov/oerrpage/superfund/programs/risk/airmodel/johnson_ettinger.htm

$$Q_{sol} = \frac{2\pi(\Delta P) K_v X_{crack}}{\mu \ln \left[\frac{2Z_{crack}}{r_{crack}} \right]}$$

ΔP : Gradient de pression entre le bâtiment et l'extérieur (g/cm.s²)

Z_{crack} : Profondeur des fondations (cm)

X_{crack} : Périmètre des fondations (cm)

μ : Viscosité de l'air (g/cm.s)

K_v : Perméabilité intrinsèque des sols aux vapeurs (cm²)

r_{crack} : Rayon équivalent de la fissure (cm) calculé comme suit :

$$r_{crack} = \frac{\eta A_B}{X_{crack}} \text{ avec } \eta = \frac{A_{crack}}{X_{crack}} \quad 0 \leq \eta \leq 1$$

A_{crack} : Surface des fissures (cm²)

Les phénomènes de diffusion domineront avec des sols fins induisant une faible perméabilité ($K_v < 10^{-8} \text{ cm}^2$). Inversement les phénomènes de convection conditionneront le transport dans des sols plus perméables aux vapeurs ($K_v > 10^{-8} \text{ cm}^2$).

A l'équilibre, les flux massiques vers le bâtiment sont en équilibre ; le couplage des équations (1) et (2) permettent d'extraire C_{vf} qui est alors introduit dans l'équation (2).

Sur la base d'une concentration à l'intérieur du bâtiment constante et d'une homogénéisation de la concentration assurée par le système de ventilation, le flux massique peut également s'écrire sous la forme d'une troisième équation :

$$E = C_{int} Q_B \quad (3)$$

Avec :

C_{int} : Concentration des vapeurs dans le bâtiment (g/cm³)

Q_B : Taux de ventilation du bâtiment, calculé à partir du taux de renouvellement d'air journalier et du volume du bâtiment (cm³/s)

$$Q_B = (L_B \times W_B \times H_B \times ER) \times \frac{1h}{3600s}$$

L_B, W_B, H_B : Longueur, largeur et hauteur du bâtiment (cm)

ER : Taux de renouvellement de l'air (h⁻¹)

Il en résulte l'équation de base suivante :

$$C_{int} = \frac{C^*_{int} \times \left[\exp\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) \right]}{\left[\exp\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) + \left[\frac{D_{eff} \times A_B}{Q_B \times L_T} \right] \right] + \left[\frac{D_{eff} \times A_B}{Q_{sol} \times L_T} \right] \times \left[\exp\left(\frac{Q_{sol} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) - 1 \right]}$$

Où
$$C^*_{int} = \frac{D_{eff} A_B C_{vs}}{Q_B L_T}$$

C^*_{int} : Concentration des vapeurs dans le bâtiment en l'absence de fondation (g/cm³).

La concentration dans l'air du sol C_{vs} peut être soit spécifiée si des mesures sur site ont été réalisées soit calculée à partir de la concentration en polluant au niveau de la source sol à partir de l'équation suivante :

$$C_{vs} = (C_t \times \rho_b \times K_H) / (\theta_a \times K_H + \theta_w + \rho_b \times F_{oc} \times K_{oc})$$

Avec :

C_{vs} : Concentration des vapeurs dans la zone source (g/cm³)

C_t : Concentration en polluant dans le sol (mg/kg)

ρ_b : Densité du sol (g/cm³)

F_{oc} : Fraction de carbone organique dans le sol (g oc/g sol)

K_{oc} : Coefficient de partition du carbone organique (ml/g ou m³/kg)

K_H : Constante de Henry

θ_a : Teneur en air dans les sols (cm³ d'air/cm³ de sol)

θ_w : Teneur en eau dans les sols (cm³ d'eau/cm³ de sol)

1.1.2 Domaine d'application et limites du modèle

Il s'agit d'un modèle stationnaire. La source est considérée comme constante c'est à dire infinie. Cette hypothèse implique que la source soit suffisamment importante au regard de la vitesse de transfert des polluants dans le bâtiment. Cette hypothèse aura d'autant plus d'incidence que les polluants considérés présenteront des effets dits sans seuil ou cancérogènes pour lesquels la période d'exposition considérée sera de 30 ans minimum.

Les phénomènes de biodégradation des polluants ne sont pas pris en compte. Ce modèle est davantage approprié pour des polluants se dégradant lentement et pour des distances de diffusion courtes.

La source doit se trouver en zone non saturée. Pour des sources localisées en zone saturée, le modèle de volatilisation à partir de la nappe sera davantage approprié.

L'absence de contact entre le sol source et les fondations sera en mesure de supprimer tout phénomène de transfert ; ce sera le cas pour des bâtiments construits sur pilotis.

La nature du sous-sol et en particulier la porosité et la teneur en eau des sols traversés va conditionner les phénomènes de diffusion. Les caractéristiques des différents horizons de sol traversés restent le plus souvent inconnues induisant une incertitude importante sur la valeur du coefficient de diffusion effectif global. Il est possible de s'affranchir des incertitudes associées à la nature du sous-sol mais également de prendre en compte les phénomènes d'atténuation naturelle liée à la biodégradation des composés lors du processus de transport en réalisant directement des mesures des concentrations en polluants dans l'air du sol.

Annexe 13 : Feuilles de transfert gaz du sol / air ambiant

Indoor air concentration (mg/m3)

Time (year)	Benzene (mg/m3)	Ethylbenzene (mg/m3)	Mercury (inorganic) (mg/m3)	Methylene chloride (mg/m3)	Naphthalene (mg/m3)	Toluene (mg/m3)	TPH Aliphatic C5-6 (mg/m3)	TPH Aliphatic C6-8 (mg/m3)	TPH Aliphatic C8-10 (mg/m3)	TPH Aliphatic C10-12 (mg/m3)	TPH Aliphatic C12-16 (mg/m3)	TPH Aromatic C8-10 (mg/m3)	TPH Aromatic C10-12 (mg/m3)	TPH Aromatic C12-16 (mg/m3)	Trichloroethan e (1,1,1) (mg/m3)	Xylenes (total) (mg/m3)
0	2.2E-06	4.4E-06	8.1E-08	1.0E-05	4.4E-06	1.2E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	1.2E-05	8.2E-06
42	2.2E-06	4.4E-06	8.1E-08	1.0E-05	4.4E-06	1.2E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	8.3E-05	1.2E-05	8.2E-06

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Soil Gas

Johnson and Ettinger Indoor air model

Volatilization from soil gas source to indoor air (onsite)

*** Lens not used

Unsaturated Zone Properties		
Beneath Building		
Total porosity	cm3/cm3	3.9E-01
Water content	cm3/cm3	1.0E-01
Air content	cm3/cm3	2.8E-01
Distance from source to building	m	1.5E-01
Bioattenuation factor	-	1.0E+00

Building Parameters		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1.5E+01
Fraction of cracks	-	1.0E-03
Porosity in cracks	cm3/cm3	2.5E-01
Water content in cracks	cm3/cm3	0.0E+00
Enclosed space floor length	m	5.0E+00
Enclosed space floor width	m	3.0E+00
Enclosed space height	m	2.4E+00
Volume of building	m3	3.6E+01
Number of air changes per hour	1/hr	5.0E-01
Length of foundation perimeter	m	1.6E+01
= 2 * (length + width of foundation)		
Depth of foundation	cm	1.5E+01
Pressure difference	g/cm-s2	4.0E+01
Permeability of soil to vapors	cm2	1.0E-08
***Volumetric flow rate of soil gas into building will be estimated from above input parameters.		

Soil Gas Source Concentration for Vapor Model		
Chemical	Units	Concentration
Benzene	mg/m3	3.0E-03
Ethylbenzene	mg/m3	6.0E-03
Mercury (inorganic)	mg/m3	1.2E-04
Methylene chloride	mg/m3	1.4E-02
Naphthalene	mg/m3	6.0E-03
Toluene	mg/m3	1.6E-02
TPH Aliphatic C5-6	mg/m3	1.1E-01
TPH Aliphatic C6-8	mg/m3	1.1E-01
TPH Aliphatic C8-10	mg/m3	1.1E-01
TPH Aliphatic C10-12	mg/m3	1.1E-01
TPH Aliphatic C12-16	mg/m3	1.1E-01
TPH Aromatic C8-10	mg/m3	1.1E-01
TPH Aromatic C10-12	mg/m3	1.1E-01
TPH Aromatic C12-16	mg/m3	1.1E-01
Trichloroethane (1,1,1)	mg/m3	1.6E-02
Xylenes (total)	mg/m3	1.1E-02

Chemical Properties	Units	Benzene	Ethylbenzene	Mercury (inorganic)	Methylene chloride	Naphthalene	Toluene	TPH Aliphatic C5-6	TPH Aliphatic C6-8	TPH Aliphatic C8-10	TPH Aliphatic C10-12	TPH Aliphatic C12-16	TPH Aromatic C8-10	TPH Aromatic C10-12	TPH Aromatic C12-16	Trichloroethane (1,1,1)	Xylenes (total)
Diffusion coefficient in air	cm2/s	8.8E-02	7.5E-02	3.1E-02	1.0E-01	5.9E-02	8.7E-02	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	1.0E-01	7.8E-02	8.5E-02
Diffusion coefficient in water	cm2/s	9.8E-06	7.8E-06	6.3E-06	1.2E-05	7.5E-06	8.6E-06	1.0E-05	1.0E-05	1.0E-05	1.0E-05	1.0E-05	1.0E-05	1.0E-05	1.0E-05	8.8E-06	9.9E-06
Solubility	mg/l	1.8E+03	1.7E+02	6.0E-02	1.3E+04	3.1E+01	5.3E+02	3.6E+01	5.4E+00	4.3E-01	3.4E-02	7.6E-04	6.5E+01	2.5E+01	5.8E+00	1.3E+03	1.1E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	5.2E+01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organic/chemical carbon partition coefficient)	L/kg	5.9E+01	3.6E+02	ND	1.2E+01	2.0E+03	1.8E+02	7.9E+02	4.0E+03	3.2E+04	2.5E+05	5.0E+06	1.6E+03	2.5E+03	5.0E+03	1.1E+02	3.8E+02
Henry's Law coefficient	m3-H2O)/(m3-air)	2.3E-01	3.2E-01	4.7E-01	9.0E-02	2.0E-02	2.7E-01	3.4E+01	5.1E+01	8.2E+01	1.3E+02	5.4E+02	4.9E-01	1.4E-01	5.4E-02	7.1E-01	2.1E-01
Molecular weight	g/mol	7.8E+01	1.1E+02	2.0E+02	8.5E+01	1.3E+02	9.2E+01	8.1E+01	1.0E+02	1.3E+02	1.6E+02	2.0E+02	1.2E+02	1.3E+02	1.5E+02	1.3E+02	1.1E+02

Annexe 14 : Feuilles de transfert sols / air ambiant

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Unsaturated zone soil beneath a building
Johnson and Ellinger Indoor air model
Volatilization from unsaturated soil source to indoor air (onfile)

Unsaturated Zone Soil Source		
Thickness of contamination	m	1.0E+00
Length of source	m	1.0E+01
Width of source	m	1.0E+01
Soil bulk density	g/cm3	1.6E+00
Fraction organic carbon	g/g	8.0E-03

*** Lens not used

Unsaturated Zone Properties Beneath Building		
Total porosity	cm3/cm3	3.9E-01
Water content	cm3/cm3	1.0E-01
Air content	cm3/cm3	2.9E-01
Distance from source to building	m	1.5E-01
Bioattenuation factor	-	1.0E+00

Building Parameters		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1.5E+01
Fraction of cracks	-	1.0E-03
Porosity in cracks	cm3/cm3	2.5E-01
Water content in cracks	cm3/cm3	0.0E+00
Enclosed space floor length	m	5.0E+00
Enclosed space floor width	m	3.0E+00
Enclosed space height	m	2.4E+00
Volume of building	m3	3.6E+01
Number of air changes per hour	1/hr	5.0E-01
Length of foundation perimeter	m	1.6E+01
= 2 * (length + width of foundation)		
Depth of foundation	cm	1.5E+01
Pressure difference	g/cm-s2	4.0E+01
Permeability of soil to vapors	cm2	1.0E-08

***Volumetric flow rate of soil gas into building will be estimated from above input parameters

Molecular weight of TPH	g/mol	8.5E+01
-------------------------	-------	---------

Unsaturated Zone Vapor Model Source		
Chemical	Concentration mg/kg	TPH Concentration mg/kg
Acenaphthene	1.4E+01	1.1E+03
Acenaphthylene	1.8E+01	5.8E+02
Anthracene	1.3E+01	5.8E+02
Benzo(a)anthracene	2.2E+01	3.8E+02
Benzo(a)pyrene	1.5E+01	3.8E+02
Benzo(b)fluoranthene	1.8E+01	3.8E+02
Benzo(g,h,i)perylene	9.0E+00	3.8E+02
Benzo(k)fluoranthene	9.8E+00	3.8E+02
Chrysene	1.7E+01	3.8E+02
Dibenz(a,h)anthracene	3.0E+00	3.8E+02
Fluoranthene	4.6E+01	3.8E+02
Fluorene	2.3E+01	5.8E+02
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1.2E+01	3.6E+02
Naphthalene	1.4E+01	5.8E+02
PCB 101	1.3E-01	1.9E+02
PCB 118	4.6E-02	1.9E+02
PCB 138	6.6E-01	1.9E+02
PCB 153	9.5E-01	1.9E+02
PCB 180	7.0E-01	1.9E+02
PCB 28	1.0E-03	1.9E+02
PCB 52	3.4E-02	1.9E+02
Phenanthrene	3.9E+01	5.8E+02
Pyrene	3.4E+01	3.8E+02
TPH Aliphatic C8-10	3.3E+01	4.6E+02
TPH Aromatic C8-10	9.4E-01	9.3E+02
Trichloroethylene (TCE)	2.1E-01	7.9E+01

Chemical Properties	Units	Acenaphthene	Acenaphthylene	Anthracene	Benzo(a)anthracene	Benzo(a)pyrene	Benzo(b)fluoranthene	Benzo(g,h,i)perylene	Benzo(k)fluoranthene	Chrysene	Dibenz(a,h)anthracene	Fluoranthene	Fluorene	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Naphthalene	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCB 28	PCB 52	Phenanthrene	Pyrene	TPH Aliphatic C8-10	TPH Aromatic C8-10	Trichloroethylene (TCE)
Diffusion coefficient in air	cm2/s	4.2E-02	4.4E-02	3.2E-02	5.1E-02	4.3E-02	2.3E-02	4.9E-02	2.3E-02	2.5E-02	2.0E-02	3.0E-02	3.6E-02	1.9E-02	5.9E-02	1.8E-02	1.8E-02	1.8E-02	1.8E-02	1.8E-02	1.8E-02	1.8E-02	5.2E-02	2.7E-02	1.0E-01	1.0E-01	7.9E-02
Diffusion coefficient in water	cm2/s	7.7E-06	7.5E-06	7.7E-06	9.0E-06	9.0E-06	5.6E-06	5.6E-06	5.6E-06	6.2E-06	5.2E-06	6.4E-06	7.9E-06	5.7E-06	7.5E-06	8.0E-06	8.0E-06	8.0E-06	8.0E-06	8.0E-06	8.0E-06	8.0E-06	5.9E-06	7.2E-06	1.0E-05	1.0E-05	9.1E-06
Solubility	mg/L	4.2E+00	1.6E+01	4.3E-02	9.4E-03	1.6E-03	1.5E-03	2.6E-04	8.0E-04	1.6E-03	2.5E-03	2.1E-01	2.0E+00	2.2E-05	3.1E+01	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	1.2E+00	1.4E-01	4.3E-01	6.9E+01	1.1E+03
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	4.2E+00	1.6E+01	4.3E-02	9.4E-03	1.6E-03	1.5E-03	2.6E-04	8.0E-04	1.6E-03	2.5E-03	2.1E-01	2.0E+00	2.2E-05	3.1E+01	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	7.0E-02	1.2E+00	1.4E-01	4.3E-01	6.9E+01	1.1E+03
KOC (organic/Chem carbon partition coefficient)	L/kg	7.1E+03	2.8E+03	3.0E+04	4.0E+05	1.0E+06	1.2E+06	7.8E+06	1.2E+06	4.0E+05	3.8E+06	1.1E+05	1.4E+04	3.5E+06	2.0E+03	5.3E+05	5.3E+05	5.3E+05	5.3E+05	5.3E+05	5.3E+05	5.3E+05	2.3E+04	1.1E+05	3.2E+04	1.6E+03	1.7E+02
Henry's Law coefficient	m3-H2O/(m3-air)	6.4E-03	4.7E-03	2.7E-03	1.4E-04	4.6E-05	4.6E-05	6.6E-05	3.4E-05	3.9E-03	6.0E-07	6.6E-04	2.6E-03	6.6E-05	2.0E-02	1.1E-03	1.1E-03	1.1E-03	1.1E-03	1.1E-03	1.1E-03	1.1E-03	1.1E-03	1.5E-03	4.5E-04	8.2E+01	4.9E-01
Molecular weight	g/mol	1.5E+02	1.5E+02	1.8E+02	2.3E+02	2.5E+02	2.5E+02	2.8E+02	2.5E+02	2.3E+02	2.8E+02	2.0E+02	1.7E+02	2.8E+02	1.3E+02	2.8E+02	2.8E+02	2.8E+02	2.8E+02	2.8E+02	2.8E+02	2.8E+02	1.8E+02	2.8E+02	1.3E+02	1.2E+02	1.3E+02

Indoor air concentration (mg/m3)

Time (year)	Acenaphthene (mg/m3)	Acenaphthylene (mg/m3)	Anthracene (mg/m3)	Benz(a)anthracene (mg/m3)	Benzo(a)pyrene (mg/m3)	Benzo(b)fluoranthene (mg/m3)	Benzo(g,h,i)perylene (mg/m3)	Benzo(k)fluoranthene (mg/m3)	Chrysene (mg/m3)	Dibenz(a,h)anthracene (mg/m3)	Fluoranthene (mg/m3)	Fluorene (mg/m3)	Indeno(1,2,3-cd)pyrene (mg/m3)	Naphthalene (mg/m3)	PCB 101 (mg/m3)	PCB 118 (mg/m3)	PCB 138 (mg/m3)	PCB 153 (mg/m3)	PCB 180 (mg/m3)	PCB 28 (mg/m3)	PCB 52 (mg/m3)	Phenanthrene (mg/m3)	Pyrene (mg/m3)	TPH Aliphatic C8-10 (mg/m3)	TPH Aromatic C8-10 (mg/m3)	Trichloroethylene (TCE) (mg/m3)
0	1.3E-04	9.2E-04	8.4E-07	2.0E-08	7.1E-10	7.2E-08	9.0E-11	1.6E-10	6.7E-08	2.8E-12	4.7E-06	7.2E-05	9.7E-12	6.9E-03	9.5E-09	3.4E-09	4.8E-08	6.9E-08	5.1E-08	7.3E-11	2.5E-09	4.0E-05	1.5E-06	1.2E+00	1.7E-02	4.5E-02
42	1.3E-04	9.2E-04	8.4E-07	2.0E-08	7.1E-10	7.2E-08	9.0E-11	1.6E-10	6.7E-08	2.8E-12	4.7E-06	7.2E-05	9.7E-12	6.9E-03	9.5E-09	3.4E-09	4.8E-08	6.9E-08	5.1E-08	7.3E-11	2.5E-09	4.0E-05	1.5E-06	1.2E+00	1.7E-02	4.5E-02

Annexe 15 : Equations de calcul des DJE

1 DJE par ingestion de sol :

L'équation pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de composés chimiques présents dans les sols est :

$$DA = \frac{CS \times IR \times CF \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

Avec :

- DA : Dose Journalière d'exposition via l'ingestion de sol (mg/kg poids corporel/j)
- CS : Concentration en polluant dans les sols (mg/kg)
- CF : Facteur de conversion
CF = 10^{-6} pour les sols (kg/mg)
- IR : Quantité ingérée (sols en mg/j)
- EF : Fréquence d'exposition (jours/an)
- ED : Durée d'exposition (ans)
- BW : Masse corporelle (kg)
- AT : Temps global sur lequel l'exposition est pondérée (jours)
AT = pour les effets à seuil (ED x 365 j) ;
AT = pour les effets sans seuil (70 ans x 365 j)

2 DJE par inhalation

L'équation pour le calcul de la dose journalière d'exposition liée à l'inhalation est :

$$DA = \frac{CA \times IR \times ET \times EF \times ED}{VR \times AT}$$

Avec :

- DA : Dose Journalière Exposition via l'inhalation (mg/m³)
- CA : Concentration en polluant dans l'air ambiant (mg/m³)
- ET : Temps d'exposition (heures/jour)
- IR : Quantité inhalée (m³/heure)
- EF : Fréquence d'exposition (jours/an)
- ED : Durée d'exposition (ans)
- VR : Volume d'air inhalé par jour (m³/j)
- AT : Temps global sur lequel l'exposition est pondérée (jours)
AT = pour les effets à seuil (ED x 365j) ;
AT = pour les effets sans seuil (70 ans x 365j)

Annexe 16 : Justification du choix des paramètres d'exposition

1 Durée d'exposition

La durée d'exposition est définie par le scénario étudié.

Pour information, dans le cadre d'un usage non sensible soit un scénario industriel, l'INERIS¹ retenait pour le calcul des Valeurs de Constat d'Impact une fréquence d'exposition de 220 jours par an (déduction faite des jours de week-ends et de congés) pendant 40 ans (durée de travail en France). Cette fréquence d'exposition reste cohérente avec le temps de travail moyen actuel prenant en compte les week-ends, congés et jours fériés. L'évolution de la durée légale du temps de travail en France induit en revanche la prise en compte d'une durée de 42 ans pour ce paramètre.

Concernant la durée d'occupation du poste de travail, une étude de Carey (1988)² montre que celui-ci s'échelonne entre 1,9 ans pour les travailleurs les plus jeunes à 21,9 ans pour les travailleurs les plus âgés (hommes et femmes confondus), la moyenne étant de 6,6 ans. La représentativité de cette étude reste toutefois limitée à la population américaine.

Les durées d'exposition retenues dans cette étude sont **pour le scénario tertiaire, de 42 ans et 220 jours par an.**

2 Masse de l'individu

La valeur de la masse corporelle correspond à la masse moyenne relative à la période d'exposition.

L'US-EPA³ recommande la valeur de 70 kg pour l'adulte. Cette valeur est cohérente avec les paramètres d'exposition de l'homme du logiciel MODUL'ERS développé par l'INERIS, avec 70,4 kg pour la classe d'âge 7 (plus de 18 ans).

La valeur de 70 kg pour l'adulte a été retenue pour cette étude.

3 Volume d'air inhalé

Le volume respiratoire dépend de l'âge, du sexe mais également de l'activité physique pratiquée par l'individu.

Le volume d'air moyen inhalé par jour pour l'exposition chronique d'un adulte serait de 11,3 m³/ jour pour une femme et 15,2 m³/ jour pour un homme, sur la base des calculs présentés dans l'étude de Layton⁴ (1993).

¹ INERIS- « Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols », Novembre 2001.

² Etude citée dans « Exposure factors handbook », EPA/600/P-95/002Fa – August 1997, Volume III : Activity factors

³ cf. note 2

⁴ Layton D.W (1993) « Metabolically consistent breathing rates for use in dose assessments » ; Health Physics 64 (1):23-26 – Etude citée dans « Exposure factors handbook », EPA/600/P-95/002Fa – August 1997, Volume I : General factors

Les données relatives au volume d'air inhalé pour les travailleurs en extérieur sont limitées. Elles seraient comprises d'après une étude de Linn *et al.*, 1993⁵, pour des ouvriers du bâtiment, entre 1,1 (en phase de faibles activités) et 2,5 m³/h (en phase d'intenses activités).

L'US-EPA utilise pour la construction des valeurs toxicologiques de référence le volume d'air inhalé de 20 m³/jour correspondant au volume moyen pour un adulte.

La banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué élaboré conjointement par l'ADEME et l'IRSN (version 0, juin 2003) propose un tableau récapitulant les débits respiratoires en fonction de l'âge et du sexe. Les valeurs sont rappelées ci-dessous :

Débits respiratoires en m ³ /h						
	Femme			Homme		
	Sommeil	Veille	Act. Intense	Sommeil	Veille	Act. Intense
[0-1[	0,09	0,19		0,09	0,19	
[1-2[	0,15	0,31		0,15	0,31	
[2-7[	0,24	0,49		0,24	0,49	
[7-12[	0,31	0,87		0,31	0,87	
[12-17[	0,35	0,85	1,01	0,42	0,93	1,89
[17-65 et +[	0,32	0,96	1	0,45	1,18	1,69

(d'après ICRP, 1994)

La valeur retenue dans cette étude est de **20 m³ soit 0,83 m³/h d'air inhalé par jour pour l'exposition d'une personne adulte.**

4 Quantité de sols ingérée

Le choix des paramètres concernant le volume de sol ingéré est basé sur le document « Evaluation and revision of the CSOIL parameter set ».

Ce document, datant de mars 2001, permet de réviser l'ensemble des paramètres utilisés dans le modèle mathématique CSOIL pour le calcul de l'exposition humaine par ingestion.

Dans ce document, la quantité estimée de sol ingéré par jour pour un adulte est de 50 mg/j sur la base des études de Hawley (1985), Linders (1990), Calabrese (1989, 1990, 1997), Stanek (1997) et Van Wijnen *et al.* (1990).

⁵ Linn *et al.*, W.S (1993) « Activity patterns in ozone – Exposed construction workers » ; J. Occ. Med. Tox. 2 (1):1-14 - Etude citée dans « Exposure factors handbook », EPA/600/P-95/002Fa – August 1997, Volume I : General factors

En ce qui concerne l'exposition des adultes, seules quatre études sont disponibles pour évaluer le volume de sol ingéré par des adultes. Les résultats de ces études indiquent des quantités de sol ingérées variant entre 10 et 480 mg/j. L'étude de Stanek (Stanek et al., 1997), qui est la plus récente disponible, a permis de définir un volume de 10 mg/j (valeur la plus faible) de sol ingéré. Toutefois, l'étude ayant été réalisée sur 4 semaines, la valeur finale correspond à une moyenne sur ces 4 semaines. Cependant, cette valeur relativement faible est le résultat de valeurs faibles pour la semaine numéro 4. Si l'on considère uniquement les trois premières semaines la moyenne est alors de 53 mg/j. La quantité de sol ingérée par un adulte a été arrondie à 50 mg/j.

A partir d'hypothèses sur la surface corporelle et les fréquences de contact avec le sol et les poussières, Hawley (Hawley 1985) estime qu'un adulte ingère une quantité de sol et de poussières de :

- 0,5 mg/j dans une pièce de séjour
- 110 mg/j s'il fréquente une zone empoussiérée
- 480 mg/j lors de travaux de jardinage

La méthodologie nationale en vigueur recommande l'utilisation de la valeur 50 mg/j en première approche (cette valeur devant être adaptée aux scénarios d'exposition). Pour son étude, Arcadis a donc retenu **50 mg de sol ingéré en 12 h pour les adultes, soit 33,33 mg/j pour une durée d'exposition de 8h.**

Annexe 17 : VTR retenues pour l'étude

		VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE							
		Risque non cancérogène				Risque cancérogène			
		Ingestion		Inhalation		Ingestion		Inhalation	
								sans seuil de dose	
QUI ?	Composés	mg/kg/j	Base de données	mg/m ³	Base de données	(mg/kg/j) ⁻¹	Base de données	(mg/m ³) ⁻¹	Base de données
	HYDROCARBURES								
	Aliphatiques								
	TPH Aliphatiques EC5-EC6	5.00E+00	TPH WG	1.84E+01	TPH WG	-		-	
	TPH Aliphatiques EC6-EC8	5.00E+00	TPH WG	1.84E+01	TPH WG	-		-	
	TPH Aliphatiques EC8-EC10	1.00E-01	TPH WG	1.00E+00	TPH WG	-		-	
	TPH Aliphatiques EC10-EC12	1.00E-01	TPH WG	1.00E+00	TPH WG	-		-	
	TPH Aliphatiques EC12-EC16	1.00E-01	TPH WG	1.00E+00	TPH WG	-		-	
	TPH Aliphatiques EC16-EC35	2.00E+00	TPH WG	-	TPH WG	-		-	
	Aromatiques								
	TPH Aromatiques EC5-EC7	5.00E-04	ATSDR (= benzène)	1.00E-02	ATSDR (= benzène)	-		-	
	TPH Aromatiques EC7-EC8	8.00E-02	US EPA (choix INERIS - = toluène)	1.90E+01	ANSES	-		-	
	TPH Aromatiques EC8-EC10	4.00E-02	TPH WG	2.00E-01	TPH WG	-		-	
	TPH Aromatiques EC10-EC12	4.00E-02	TPH WG	2.00E-01	TPH WG	-		-	
	TPH Aromatiques EC12-EC16	4.00E-02	TPH WG	2.00E-01	TPH WG	-		-	
	TPH Aromatiques EC16-EC21	3.00E-02	TPH WG	-	TPH WG	-		-	
	TPH Aromatiques EC21-EC35	3.00E-02	TPH WG	-	TPH WG	-		-	
	HAP								
	Acénaphthène	6.00E-02	US EPA (choix INERIS)	-		1.00E-03		1.10E-03	
	Acénaphthylène	-		-		1.00E-03		1.10E-03	
	Anthracène	3.00E-01	US EPA (choix INERIS)	-		1.00E-02		1.10E-02	
	Benzo(a)anthracène	-		-		1.00E-01		1.10E-01	
	Benzo(a)pyrène	3.00E-04	US EPA (choix INERIS)	2.00E-06	US EPA (choix INERIS)	1.00E+00	US EPA (choix INERIS)	1.10E+00	OEHTA (choix ANSES)
	Benzo(b)fluoranthène	-		-		1.00E-01		1.10E-01	
	Benzo(g,h,i)perylène	3.00E-02	RIVM (choix INERIS)	-		1.00E-02		1.10E-02	
	Benzo(k)fluoranthène	-		-		1.00E-01		1.10E-01	
	Chrysène	-		-		1.00E-02		1.10E-02	
	Dibenzo(a,h)anthracène	-		-		1.00E+00		1.10E+00	
	Fluoranthène	4.00E-02	US EPA	-		1.00E-03		1.10E-03	
	Fluorène	4.00E-02	US EPA	-		1.00E-03		1.10E-03	
	Indéno(1,2,3-CD)pyrène	-		-		1.00E-01		1.10E-01	
	Naphtalène	2.00E-02	US EPA (choix INERIS)	3.70E-02	ANSES	1.20E-01	OEHTA (choix INERIS)	5.60E-03	ANSES
	Phénanthrène	4.00E-02	RIVM	-		1.00E-03		1.10E-03	
	Pyrène	3.00E-02	US EPA	-		1.00E-03		1.10E-03	
	CAV (dont BTEX)								
	Benzène	5.00E-04	ATSDR	1.00E-02	ANSES	5.50E-02	US EPA	2.600E-02	ANSES
	Toluène	8.00E-02	US EPA (choix INERIS)	1.90E+01	ANSES	-		-	
	Ethylbenzène	9.71E-02	OMS	1.50E+00	ANSES	1.10E-02	OEHTA	2.50E-03	OEHTA
	Xylènes	2.00E-01	ATSDR	1.00E-01	US EPA (choix ANSES)	-		-	
	COHV								
	Chlorure de méthylène (dichloromethane)	6.00E-03	US EPA (choix INERIS)	1.10E+00	ATSDR (choix INERIS)	2.00E-03	US EPA	1.000E-05	US EPA
	1,1,1-Trichloroéthane	2.00E+00	US EPA (choix INERIS)	1.00E+00	OEHTA (choix INERIS)	-		-	
	Trichloroéthylène	5.00E-04	US EPA (choix INERIS)	3.20E+00	ANSES	8.11E-04	Health Canada (choix INERIS)	1.00E-03	ANSES
	ETM		Pertinent uniquement par inhalation de poussières, sauf pour le mercure						
	Antimoine	6.00E-03	OMS (choix ANSES)	3.00E-04	ATSDR	-		-	
	Baryum	2.00E-01	USEPA (choix ANSES)	1.00E-03	RIVM (choix ANSES)	-		-	
	Bore	2.00E-01	OMS (choix ANSES)	-		-		-	
	Cuivre	1.40E-01	RIVM	1.00E-03	RIVM	-		-	
	Manganèse	5.50E-02	INSPQ (choix ANSES)	3.00E-04	ATSDR (choix ANSES)	-		-	
	Mercurure	5.70E-04	EFSA (choix ANSES)	3.00E-05	OEHTA/Expertise INERIS	-		-	
	Molybdène	5.00E-03	USEPA	2.00E-03	ATSDR	-		-	
	Plomb	6.30E-04	EFSA (choix ANSES)	5.00E-04	OMS	8.50E-03	OEHTA (choix INERIS)	1.20E-02	OEHTA (choix INERIS)
	Sélénium	5.00E-03	USEPA (choix INERIS)	2.00E-02	OEHTA	-		-	
	Zinc	3.00E-01	USEPA	-		-		-	
	AROCHLOR - PCB								
	PCB 28	2.00E-05	OMS	5.00E-04	RIVM	2.00E+00	US EPA	1.000E-01	US EPA
	PCB 52	2.00E-05	OMS	5.00E-04	RIVM	2.00E+00	US EPA	1.000E-01	US EPA
	PCB 101	2.00E-05	OMS	5.00E-04	RIVM	2.00E+00	US EPA	1.000E-01	US EPA
	PCB 118	2.00E-05	OMS	5.00E-04	RIVM	2.00E+00	US EPA	1.000E-01	US EPA
	PCB 138	2.00E-05	OMS	5.00E-04	RIVM	2.00E+00	US EPA	1.000E-01	US EPA
	PCB 153	2.00E-05	OMS	5.00E-04	RIVM	2.00E+00	US EPA	1.000E-01	US EPA
	PCB 180	2.00E-05	OMS	5.00E-04	RIVM	2.00E+00	US EPA	1.000E-01	US EPA
	Famille de PCB	2.00E-05	OMS	5.00E-04	RIVM	3.00E+00	US EPA	1.000E-01	US EPA

Légende :

- : Absence de VTR

NP : voie non pertinente dans notre étude

0.01 : VRT provisoire retenue

Annexe 18 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature

Tableau récapitulatif des doses de référence par ingestion (effets non cancérogènes)

	Composé	Numéro CAS	Base de donnée source	Dose de Référence par ingestion (Dring) mg/kg/j	Année	Confiance	Dose Expérimentale	Facteur d'incertitude	Etude pivot	Etude réalisée sur	Effets ou organe cible
HAP	Acénaphthène	83-32-9	US EPA	6.00E-02	1994	Faible	NOAEL, 175	3000	USEPA 1989	Souris	Foie
	Acénaphthylène	208-96-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anthracène	120-12-7	US EPA RIVM	3.00E-01 4.00E-02	1993 2000	Faible	NOAEL, 1000	3000	USEPA 1989	Souris	Toxicité subchronique
	Benzo(a)anthracène	56-55-3	-	-	-	-	-	-	Basé sur l'évaluation des TPH qui recommande une TDI de 0,04 mg/kgj pour les HC aromatiques C9-C16 non cancérogènes		
	Benzo(a)pyrène	50-32-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	RIVM	3.00E-02	2011	-	-	-	-	-	-
	Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chrysène	218-01-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fluoranthène	206-44-0	US EPA	4.00E-02	1993	Faible	NOAEL, 125	3000	USEPA 1988	Souris	Foie
	Fluorène	86-73-7	US EPA RIVM	4.00E-02 4.00E-02	1990	Faible	NOAEL, 125	3000	USEPA 1989	Souris	Troubles sanguins
	Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	193-39-5	-	-	-	-	-	-	Baars et al.2001(source TPH)	-	-
	Naphtalène	91-20-3	US EPA Health Canada RIVM	2.00E-02 2.00E-02 4.00E-02	1998 2010	Faible	NOAEL, 71	3000	BCL 1980	Rat	Perte de poids
CAV (dont BTEX)	Phénanthrène	85-01-8	RIVM	4.00E-02	-	-	-	-	-	-	-
	Pyrène	129-00-0	US EPA	3.00E-02	1993	Faible	NOAEL, 75	3000	USEPA 1989	Souris	Reins
	Benzène	71-43-2	US EPA ATSDR	4.00E-03 5.00E-04	2003 2007	Moyen	BMDL 1.2 BMDL 0.014	300 30	Rothman et al, 1996 Lan et al, 2004	Homme Homme	Diminution du nombre des lymphocytes Diminution du nombre des lymphocytes
	Toluène	108-88-3	US EPA RIVM Health Canada OMS	8.00E-02 2.23E-01 2.20E-01 2.23E-01	2005 2001 2010 2003	-	BMDL (05) 238 LOAEL 223 223 NOAEL Adj 223	3000 1000 1000 1000	NTP, 1990 NTP, 1990 NTP, 1990 NTP, 1990	Rat Souris Rat Souris	Rein Rein et foie Rein et foie Rein et foie
	Ethylbenzène	100-41-4	US EPA RIVM OMS	1.00E-01 1.00E-01 9.71E-02	1991 2000 2006	Faible	NOEL 97.1 NOEL 97 NOAEL adj 97.1	1000 1000 1000	Wolf, 1956 Wolf, 1956 Wolf et al., 1956	Rat /oral Rat /oral Rat	Rein et foie Rein et foie Rein, foie
	Xylènes	1330-20-7	US EPA Health Canada ATSDR RIVM	2.00E-01 1.50E+00 2.00E-01 1.50E-01	2003 1991 2007 2000	Moyen	NOAEL 179 NOAEL 150 NOAEL 250 LOAEL 150	1000 100 100 1000	NTP, 1986 Condie, 1988 NTP, 1986 Condie, 1988	Rat /gavage Rat Rat Rat	Augmentation de la mortalité, perte de poids foie Augmentation de la mortalité Reins
	Antimoine	7440-36-0	USEPA	4.00E-04	1987	Faible	LOAEL 0,35	1000	Schroeder et al., 1970	Rat	Baisse de la durée de vie, altération de la concentration en glucose et cholestérol dans le sang
	Baryum	7440-39-3	OMS RIVM USEPA ATSDR RIVM	6.00E-03 6.00E-03 2.00E-01 2.00E-01 2.00E-02	2003 2009 2005 2007 1999/2000	- Moyen Moyenne	NOAEL 6 NOAEL 6 BMDL(05)63 BMDL(05)61 NOEL 0.2	1000 1000 300 300 10	Poon et al. (1998) Poon et al. (1998) NTP, 1994 NTP, 1994 Wones et al.; Brenniman et Levy, 1984	Rat Rat Souris Souris Homme	Diminution du poids corporel Diminution du poids corporel Reins Reins Système cardiovasculaire
	Bore	7440-42-8	USEPA	2.00E-01	2004	Elevée	BMDL(05) 10.3	66	Price et al, 1996a; Heindel et al, 1992	Rat	diminution du poids du fœtus
	Cuivre	7440-50-8	OMS RIVM OMS	5.00E-01 1.40E-01 6.00E-02	1982 1999/2000 2003	PROVISIOIRE Moyen	- LOAEL 4.2 NOAEL 11	10 30 3	TRS 683-JECFA 26/31 Vermeire et al, 1991 -	Chien Animaux Homme	- - -
	Manganèse	7439-96-5	USEPA	1.40E-01	1996	Moyen	NOAEL 0,14	1	NRC, 1989; Freeland-Graves et al., 1987; WHO, 1973	Homme	Système nerveux central
			INSPQ	5.50E-02	2017	-	DMENO = 25 mg/kg/kg	450	Kern, Stanwood & Smith, 2010 Kern & Smith, 2011 Beaudin, Nisam & Smith, 2013	Rat	Développement du système nerveux
	Mercur	7439-97-6	OMS RIVM Health Canada OEHA INERIS	2.00E-03 2.00E-03 3.00E-04 1.60E-04 6.60E-04	2008 199-2000 2010 2008 2013	- Elevée	DHTP 0.005 NOAEL 0.0013	- 10	JECFA, 1972, 1988 ATSDR, 1999	- Homme	- Troubles du développement
ETM	Molybdène	7439-98-7	USEPA RIVM	5.00E-03 1.00E-02	1992 1999/2000	Moyen Elevée	LOAEL 0.14 NOAEL 1	30 100	Koval'skiy et al., 1961 Van Esch, 1978	Homme Rat	Augmentation de la concentration en acide urique effets sur les genoux
	Plomb	7439-92-1	RIVM ANSES OMS EFA	3.60E-03 15 µg/L 3.50E-03 6.30E-04	1999/2000 2012 1999 -	Elevée	25µg/kg/sem -	-	WHO, 1993 et IPCS, 1995	Homme	Système nerveux central et cerveau
	Sélénium	7782-49-2	ATSDR USEPA	5.00E-03 5.00E-03	2003 1991	- Elevée	NOAEL 0.015 NOAEL 0.015	3 3	Yang et Zhou, 1994 Yang et al., 1989	Homme Homme	Phanères Phanères
	Zinc	7440-66-6	ATSDR RIVM USEPA	3.00E-01 5.00E-01 3.00E-01	2005 1999/2000 2005	-	NOAEL 0.83 LOAEL 0.83 LOAEL 0.91	3 2 3	Yadrick et al., 1989 (as cited in ATSDR, 1994) Multiple	Homme Homme Homme	Sang Sang Sang
PCB et Arochlores	PCB 28	7012-37-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 52	35693-99-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 101	37680-73-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 118	31508-00-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 138	35065-28-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 153	35065-27-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 180	35065-29-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Famille de PCB	1336-36-3	ATSDR	2.00E-05	2000	-	LOAEL 0,005	300	Tryphoras, 1989 & 1991	Singe	Système immunitaire
			OMS	2.00E-05	2003	-	LOAEL 0,005	300	Tryphoras, 1989 & 1991	Singe	Système immunitaire
			RIVM	1.00E-05	2001	-	-	-	Baars et al.2001	Singe	Système immunitaire

CCO dec 2012

n° CAS ajouté MPA 11/09/08

	Composé	Numéro CAS	Classification		Excès de risque unitaire par ingestion (ERUing ou Sfo) (mg/kg/j)-1	Année	Base de l'excès de risque unitaire par ingestion	Base de donnée source	Type de cancer ou organe cible
			CIRC	USEPA					
HAP	Acénaphthène	83-32-9	-	-	-	-	-	-	-
	Acénaphthylène	208-96-8	-	D	-	-	-	-	-
	Anthracène	120-12-7	3	D	-	-	-	-	-
	Benzo(a)anthracène	56-55-3	2B	B2	1.20E+00	2002	-	OEHHA	-
	benzo(a)pyrène	50-32-8	2A	B2	1.00E+00	2017	Kroese et al (2001), Beland and Culp (1998)	US EPA	tractus digestif
					1.20E+01	2002	Neal & Rigdon, 1967	OEHHA	Estomac
	Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	2B	B2	1.2	2002	-	OEHHA	-
	Benzo(g,h,i)peryène	191-24-2	3	D	-	-	-	-	-
	Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	2B	B2	1.2	2002	-	OEHHA	-
	Chrysène	218-01-9	3	B2	1.20E-01	2002	-	OEHHA	-
	Dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3	2B	B2	4.1	2002	-	OEHHA	-
	Fluoranthène	206-44-0	3	D	-	-	-	-	-
	Fluorène	86-73-7	3	D	-	-	-	-	-
	Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	193-39-5	2B	B2	1.2	2002	-	OEHHA	-
	Naphtalène	91-20-3	2B	C	1.20E-01	2002	-	OEHHA	effets génotoxiques
CAV (dont BTEX)	Phénanthrène	85-01-8	3	D	-	-	-	-	-
	Pyrène	129-00-0	3	D	-	-	-	-	-
	Benzène	71-43-2	1	A	1,5E-2 à 5,5E-2	-	Ingestion d'eau	US EPA	Leucémie
					0.1	-	-	OEHHA	-
	Toluène	108-88-3	3	-	-	-	-	-	-
	Ethylbenzène	100-41-4	2B	D	0.011	2007	-	OEHHA	-
	Xylènes	1330-20-7	3	D	-	-	-	-	-
	Antimoine	7440-36-0	-	-	-	-	-	-	-
	Baryum	7440-39-3	-	D	-	-	-	-	-
	Bore	7440-42-8	-	-	-	-	-	-	-
	Cuivre	7440-50-8	-	D	-	-	-	-	-
	Manganèse	7439-96-5	-	D	-	-	-	-	-
	Mercur	7439-97-6	3	D	-	-	-	-	-
	Molybdène	7439-98-7	-	-	-	-	-	-	-
	Plomb	7439-92-1	2B	B2	8.50E-03	2013	OEHHA, 2002 Technical Support Document for Describing Available Cancer Potency Factors	OEHHA	Valeur non retenue basée sur étude INERIS
PCB et Arochlors	Sélénium	7782-49-2	3	D	-	-	-	-	-
	Zinc	7440-66-6	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 28	7012-37-5	2A	B2	-	-	-	-	-
	PCB 52	35693-99-3	2A	B2	-	-	-	-	-
	PCB 101	37680-73-2	2A	B2	-	-	-	-	-
	PCB 118	31508-00-6	2A	B2	-	-	-	-	-
	PCB 138	35065-28-2	2A	B2	-	-	-	-	-
	PCB 153	35065-27-1	2A	B2	-	-	-	-	-
	PCB 180	35065-29-3	2A	B2	-	-	-	-	-
	Famille de PCB	1336-36-3	2A	B2	2	2009	-	OEHHA	-
					2	1996	Norback et Weltman,1985	USEPA	Tumeurs hépatiques
					0.4	1996	Norback et Weltman,1985	USEPA	Tumeurs hépatiques
					0.07	1996	Norback et Weltman,1985	USEPA	Tumeurs hépatiques

Tableau récapitulatif des concentrations de référence par inhalation (effets non cancérogènes)

	Composé	Numéro CAS	Base de donnée source	Concentration de référence par inhalation (CRInh)	Année	Confiance	NOAEL	Facteur d'incertitude	Etude pivot	Etude réalisée sur	Effets ou organe cible
				mg/m ³							
HAP	Acénaphthène	83-32-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Acénaphthylène	208-96-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anthracène	120-12-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Benzo(a)anthracène	56-55-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Benzo(a)pyrène	50-32-8	US EPA	2.00E-06	2017	faible à moyen	POD 4,6 µg/m3	3000	Archibong et al, 2002	Rats	Diminution de la survie des fœtus
	Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Benzo(g,h,i)peryène	191-24-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chrysène	218-01-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dibenz(a,h)anthracène	53-70-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fluoranthène	206-44-0	-	-	-	-	-	-	-	-	s
	Fluorène	86-73-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	193-39-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Naphtalène	91-20-3	ATSDR	4.00E-03	2009	-	LOAEL (ADJ) 1	300	NTP, 1992	Souris	Foie
CAV (dont BTEX)	Benzène	71-43-2	US EPA	3.00E-02	2003	moyen	BMCLadj 8.2	300	Rothman et al 1996	Homme	Diminution du nombres des lymphocytes
			ATSDR	9.86E-03	2007	-	BMCLadj 0.098	10	Lan et al., 2004	Homme	Diminution du nombres des lymphocytes
			ANSES	1.00E-02	2008	-	-	-	-	-	-
			OEHA	6.00E-02	-	-	-	-	-	-	Développement, système immunitaire, système nerveux
	Toluène	108-88-3	US EPA	5.00E+00	2005	Moyen	NOAEL 128	10	Multiple	homme	Effets neurologiques
			RIVM	4.00E-01	2001	-	LOAEL 119	300	Foo et al 1990	homme	SNC
			Health Canada	3.75E+00	2010	-	37.5	10	Andersen, 1983	homme	Effets neurologiques
			ANSES	1.90E+01	2017	-	NOAEC 123 mg/m3	5	Zavalić et al., 1998	Homme	Effets neurologiques
			ATSDR	3.84E+00	2017	-	-	-	-	-	neurologique
			OMS	2.60E-01	2000	-	LOAEL 88 ppm	300	-	homme	système nerveux, système respiratoire, développement
			OEHA	3.00E-01	1999	Faible	NOAEL (HEC) 434	300	Andrew, 1981	Rat / inh.	Développement
	Ethylbenzène	100-41-4	US EPA	1.00E+00	1991	Moyen/fort	-	75	Gagnaire et al., 2007	Rat	Effets ototoxiques
			ANSES	1.50E+00	2016	-	-	-	NTP, 1991	Rat	Foie et rein
			RIVM	7.70E-01	2000	-	NOAEL (Adj) 77	100	-	-	Foie, rein, système endocrinien
			OEHA	2.00E+00	-	-	-	-	-	rat	reins
	Xylènes	1330-20-7	ATSDR	2.60E-01	2010	-	LOAEL 326	300	NTP 1999	rat	Coordination moteur
			US EPA	1.00E-01	2003	Moyen	NOAEL(HEC) 39	300	Korsak et al, 1994	Rat	Symptômes multiples
			ATSDR	2.20E-01	2007	-	LOAEL 60,76	100	Uchida, 1993	Homme	Effets sur le fœtus
			Health Canada	1.80E-01	1991	-	LOEL 250	1000	Ungvary, 1985	Rat	Troubles du développement
			RIVM	8.70E-01	1999	-	LOEL 870	1000	Hass et Jakobsen, 1993	Rat	Système nerveux et respiratoire
			OEHA	7.00E-01	1999	-	LOAEL 47,5	30	Uchida, 1993	Rat	Foie
			ATSDR	1.10E+00	2000	-	NOAEL (adj) 31	30	Nitschke et al., 1988	Rat	SNC, variation de la composition sanguine
	Dichlorométhane (chlorure de méthylène)	75-09-2	OMS	4.00E-01	1996	-	-	10	Di Vincenzo et Kaplan; 1981 et OMS 1997	Homme	SNC, variation de la composition sanguine
			RIVM	3.00E+00	2000	-	LOAEL28	10	Di Vincenzo et Kaplan; 1981 et OMS 1996	Homme	Système cardiovasculaire, système nerveux
	COHV		OEHA	4.00E-01	-	-	-	-	-	-	foie
			US EPA	6.00E-01	2011	Fort	1st percentile HEC 17.2	30	Nitschke et al., 1988a	rat	Foie
			US EPA	5.00E+00	2007	-	NOAEL 8190	100	Mc Nutt et al 1975	mouse, rat	système nerveux
			OEHA	1.00E+00	2008	-	-	-	-	-	-
			NCEA (US EPA)	4.00E-02	2001	-	-	-	-	-	-
			OEHA	6.00E-01	2003	-	LOAEL adj 60	100	Vandervort et Poinkoff, 1973	Homme	Troubles neurologiques
			RIVM	2.00E-01	1999	-	LOAEL 200	1000	-	multiple	Foie, Rein, SNC
			US EPA	2.00E-03	2011	Elevée	LOAEL (HEC99): 0.19 mg/m3, BMDL01 (HEC99): 0.021 mg/m3	-	Maltoni et al. 1988	Rat, souris	Multiple (malformation cardiaque, effets immunologiques, immunotoxiques, rein, foie)
			ANSES	3.20E+00	2018	Elevée	BMC 43,7 ppm	75	-	Rat mâle	Rein
			ATSDR	2.00E-03	2019	Elevée	LOAEL (HEC99): 0.19 mg/m3, BMDL01 (HEC99): 0.021 mg/m3	Multiple	Maltoni et al. 1988	Rat, souris	Multiple (malformation cardiaque, effets immunologiques, immunotoxiques, rein, foie)
ETM	Mercure	7439-97-6	ATSDR	2.00E-04	2001	-	LOAEL 0.026	30	Fawer et al., 1983	Homme	Système nerveux
			OMS	2.00E-04	2003	-	LOAEL 0.015-0.030	20	-	Homme	-
			USEPA	3.00E-04	1995	Moyen	LOAEL 0,025	30	Fawer et al., 1983; Pikivi and Tolonen, 1989; Pikivi and Hanninen, 1989; Pikivi, 1989; Ngim et al., 1992; Liang et al., 1993	Homme	Système nerveux
			RIVM	2.00E-04	2001	-	LOAEC adj 0.006	30	ATSDR, 1999	Homme	Système nerveux
			OEHA	3.00E-05	2008	-	LOAEC 0.009	300	-	Homme	Système nerveux
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCB et Arochlores	PCB 28	7012-37-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 52	35693-99-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 101	37680-73-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 118	31508-00-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 138	35065-28-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 153	35065-27-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PCB 180	35065-29-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Famille de PCB	1336-36-3	RIVM	5.00E-04	2001	-	NOAEL	100	Baars et al., 2001	Singe	Augmentation du poids des fœtus

CAS modifié MPA 11/09/08
CCO février 2017

CCO decembre 2012

* VTR a seuil de dose pour les effets cancérogènes

Tableau récapitulatif des concentrations de référence par inhalation (effets cancérogènes)

	Composé	Numéro CAS	Classification		Excès de risque unitaire par inhalation (ERUinh) (µg/m3)-1	Année	Base de l'excès de risque unitaire par inhalation	Base de donnée source	Type de cancer ou organe cible	
			CIRC	USEPA						
HAP	Acénaphthène	83-32-9	-	-	-	-	-	-	-	
	Acénaphthylène	208-96-8	-	D	-	-	-	-	-	
	Anthracène	120-12-7	3	D	-	-	-	-	-	
	Benzo(a)anthracène	56-55-3	-	B2	1.10E-04	2002	-	OEHHa	-	
	Benzo(a)pyrène	50-32-8	2A	B2	1.10E-03	2008	-	OEHHa	Cancer chez l'animal	
					6.00E-04	2017	-	EPA		
					8.70E-02	-	-	OMS	cancers des poumons chez l'homme	
	Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	2B	B2	1.10E-04	2002	-	OEHHa	-	
	Benzo(g,h,i)peryène	191-24-2	3	D	-	-	-	-	-	
	Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	2B	B2	1.10E-04	2002	-	OEHHa	-	
	Chrysène	218-01-9	3	B2	1.10E-05	2002	-	OEHHa	-	
	Dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3	2B	B2	1.20E-03	2002	-	OEHHa	-	
	Fluoranthène	206-44-0	3	D	-	-	-	-	-	
	Fluorène	86-73-7	3	D	-	-	-	-	-	
	Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	193-39-5	2B	B2	1.10E-04	2002	-	OEHHa	-	
	Naphtalène	91-20-3	2B	C	-	1998	-	US EPA	-	
					3.40E-05	2004	-	OEHHa	génétoxicité	
					5.60E-06	2013	-	ANSES	Neroblastomes de l'épithélium olfactif	
		Phénanthrène	85-01-8	3	D	-	-	-	-	-
		Pyrène	129-00-0	3	D	-	-	-	-	-
CAV (dont BTEX)	Benzène	71-43-2		A	2,2E-6 à 7,8E-6		Inhalation	IRIS	Leucémie	
			1		4,4E-6 à 7,5E-6			OMS	Leucémie chez le travailleur	
					2.90E-05			OEHHa		
					2.60E-05	2013		ANSES	Leucémies aiguës	
	Toluène	108-88-3	3							
	Ethylbenzène	100-41-4	2B	D	2.50E-06	2007	Méthode LMS appliquée à la LTWA	OEHHa	Reins chez le rat	
	Xylènes	1330-20-7	3	D	-	-	-	-	-	
	Dichlorométhane (Chlorure de méthylène)		2B	B2	1.00E-08	2011	Mennear et al., 1988 ; NTP 1986	US EPA	poumon, foie	
		75-09-2			1.00E-06	2002		OEHHa		
	Trichloroéthane-1,1,1	71-55-6	3	-	-	-				
	Trichloroéthylène	79-01-6	2A	B2/C	4.30E-07	2000		OMS	cellules tumorales chez le rat	
COHV					2.00E-06	2002	Quatre études inhalation chez la souris	OEHHa	-	
					1.00E-06	2018	Charbotel et al, 2006	ANSES	Carcinome rénal	
				A	4.10E-06	2011	Multiples	US EPA	Carcinome rénal, tumeurs du foie, lymphôme non-Hodgkinien	
ETM										
PCB et Arochlors	Mercure	7439-97-6	-	D	-	-	-	-	-	
	PCB 28	7012-37-5	2A	B2	-		-	-	-	
	PCB 52	35693-99-3	2A	B2	-		-	-	-	
	PCB 101	37680-73-2	2A	B2	-		-	-	-	
	PCB 118	31508-00-6	2A	B2	-		-	-	-	
	PCB 138	35065-28-2	2A	B2	-		-	-	-	
	PCB 153	35065-27-1	2A	B2	-		-	-	-	
	PCB 180	35065-29-3	2A	B2	-		-	-	-	
	Famille de PCB	1336-36-3	2A	B2	1.00E-04	1996	Norback et Weltman, 1985	USEPA	tumeurs hépatiques	
					5.70E-04	2002	Norback et Weltman, 1985	OEHHa	Tumeurs hépatiques	

CAS modifié MPA 11/09/08

	Effets non cancérogènes		Effets cancérogènes		Classification EPA
	Ingestion	Inhalation	Ingestion	Inhalation	
	RfDoral	RfCinh	Sfo	ERU	
	mg/kg/j	mg/m3	(mg/kg/j)-1	(mg/m3)-1	
Hydrocarbures aliphatiques					
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	5.00E+00	1.84E+01	-	-	D
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	5.00E+00	1.84E+01	-	-	D
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1.00E-01	1.00E+00	-	-	D
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	1.00E-01	1.00E+00	-	-	D
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	1.00E-01	1.00E+00	-	-	D
Hydrocarbures aliphatiques >C16-C21	2.00E+00	-	-	-	D
Hydrocarbures aliphatiques >C21-C34	2.00E+00	-	-	-	D
Hydrocarbures aromatiques					
Hydrocarbures aromatiques >C5-C7	5.00E-04	1.00E-02	-	-	D
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8	8.00E-02	1.90E+01	-	-	D
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	4.00E-02	2.00E-01	-	-	D
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	4.00E-02	2.00E-01	-	-	D
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	4.00E-02	2.00E-01	-	-	D
Hydrocarbures aromatiques >C16-C21	3.00E-02	-	-	-	D
Hydrocarbures aromatiques >C21-C35	3.00E-02	-	-	-	D

Annexe 19 : Justification du choix des VTR

Famille de composés	Nom du composé	VTR	Organisme	Justification	
Hydrocarbures	C6-C35	DR ing	TPH	Dans le cas particulier des hydrocarbures, lorsqu'aucune information ne permet de conclure quant à la nature aliphatique ou aromatique des fractions identifiées, ARCADIS sélectionne les VTR qui sont en rapport avec les coupes des hydrocarbures analysés. Dans le cas particulier des coupes hydrocarbures correspondant à un seul composé (cas du benzène pour les aromatiques C5-C7 et du toluène pour les aromatiques C7C8), la VTR du composé individuel est utilisée à la place des VTR proposées par le TPH WG, quand le composés individuel n'a pas été analysé. Si le composé individuel a été analysé, c'est la concentration maximale mesurée entre le composé individuel et la coupe HC qui est retenu pour les calculs	
		CR inh	TPH	Valeurs issues du TPH Working Group plus adaptées aux mélanges d'hydrocarbures. Si composé tel que le n-hexane en présence alors VTR adaptée disponible	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU cc		Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
HAP	Acénaphthène	DR ing	US EPA	Choix INERIS	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Choix INERIS - Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003). Valeur résultante plus sécuritaire que le choix INERIS	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Acénaphthylène	DR ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
	Anthracène	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	US EPA	Choix INERIS	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003) - valeur résultante plus sécuritaire que la VTR retenue par l'ANSES	
	Benz(a)anthracène	ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Benzo(a)pyrène	ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	EPA	Choix INERIS (seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014)	
		CR inh	EPA	Choix INERIS (seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014)	
	Benzo(b)fluoranthène	DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	EPA	Choix INERIS et valeur la plus récente parmi les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	OEHTA	Les deux experts nationaux ANSES et INERIS ne s'accordent pas sur la même valeur. Choix de la valeur la plus sécuritaire (choix ANSES) parmi les deux valeurs retenues par les experts nationaux	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	benzo(g,h,i)pérylène	CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	benzo(k)fluoranthène	DR ing	RIVM	Choix INERIS	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
	Chrysène	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
	dibenzo(a,h)anthracène	ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	US EPA	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Fluoranthène	ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	US EPA	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Fluorène	DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing		/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014
	Indéno(123,cd)pyrène	CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHTA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Naphtalène	DR ing	US EPA	Choix INERIS - Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	ANSES	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 (expertise nationale privilégiée)	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	OEHTA	Choix INERIS	
		ERU inh	ANSES	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 (expertise nationale privilégiée)	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	RIVM	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	

	Phénanthrène	CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Pyrène	DR ing	US EPA	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Dérivée à partir de la VTR EPA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHHHA du BaP et du TEF suivant les recommandations de l'INERIS (rapport 03DR177 du 18 décembre 2003)	
CAV (dont BTEX)	Benzène	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	ATSDR	Deux valeurs disponibles par l'USEPA et l'ATSDR, la valeur de l'ATSDR est la plus récente	
		CR inh	ANSES	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 (expertise nationale privilégiée)	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	USEPA	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	ANSES	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 (expertise nationale privilégiée)	
	Toluène	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	EPA	Choix INERIS	
		CR inh	ANSES	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 (expertise nationale privilégiée)	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Ethylbenzène	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	OMS	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	ANSES	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	OEHHHA	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	OEHHHA	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Xylènes	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	ATSDR	Valeur la plus récente conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	USEPA	Choix ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014)	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Chlorure de méthylène (Dichlorométhane)	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	US EPA	Choix INERIS	
		CR inh	ATSDR	Choix INERIS	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	US EPA	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	US EPA	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
	1,1,1trichloroéthane	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	US EPA	Choix INERIS	
		CR inh	OEHHHA	Choix INERIS	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Trichloroéthylène	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	EPA	Choix INERIS (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014). L'ATSDR a proposé une VTR postérieurement au choix de l'INERIS, néanmoins cette VTR étant similaire à la VTR EPA? Cela n'a pas d'incidence sur le choix de la VTR	
		CR inh	ANSES	ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014)	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU ing	Health Canada	Choix INERIS (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014), car valeur légèrement plus sécuritaire que la valeur retenue par l'ANSES (OMS 2005)	
		ERU inh	ANSES	ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014)	
	Antimoine	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR ing	OMS	Choix ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014)	
		CR inh	ATSDR	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Baryum	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		DR ing	US EPA	Choix ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014)	
		CR inh	RIVM	Choix ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014)	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Bore	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		DR ing	OMS	Choix ANSES (choix de l'expertise nationale conformément à la note DGS du 31 octobre 2014)	
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Cuivre	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		DR ing	RIVM	Seule le RIVM propose une valeur définitive, celle de l'OMS n'est que provisoire et trop ancienne (1982)	
		CR inh	RIVM	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Manganèse	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		DR ing	INSPO	Choix ANSES prioritaire conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	ATSDR	Choix ANSES prioritaire conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Mercure	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		DR ing	EFSA	Choix ANSES	
		CR inh	OEHHHA	Valeur retenue d'après l'expertise nationale de l'INERIS, fiche toxicologique n°4-septembre 2010	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Molybdène	ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		DR ing	USEPA	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	ATSDR	Valeur plus récente que le choix ANSES	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		ERU ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014	
	Plomb	ERU cc	/	Le transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible par les métaux	
		DR ing	EFSA	Choix ANSES prioritaire conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
		CR inh	OMS	Valeur plus sécuritaire que la VTR EFSA	
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014 et transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible pour les métaux	
		ERU ing	OEHHHA	Choix INERIS prioritaire conformément à la note DGS du 31 octobre 2013	
		ERU inh	OEHHHA	Choix INERIS prioritaire conformément à la note DGS du 31 octobre 2014	
	Sélénium	ERU cc	/	Le transfert de la barrière cutanée n'est pas considéré comme possible par les métaux	
		DR ing	USEPA / ATSDR	Les 2 organismes proposant une VTR s'accordent sur la même valeur	

[illegible]

Annexe 20 : Calcul de l'exposition et du risque— scénario tertiaire

Scénario tertiaire - Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - cas des employés

Composé	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR (mg/m3)-1	Excès de risque individuel ERI
	Conc. mg/m3	IR m3/h	CF h/j	EF j/an	ED ans	VR m3/j	AT jours	DJE mg/m3		
		0.83	8	220	42	20	25550			-
HAP										4.82E-06
Acenaphthene	1.29E-04	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.55E-05	1.10E-03	1.71E-08
Acenaphthylene	9.23E-04	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.11E-04	1.10E-03	1.22E-07
Anthracene	8.38E-07	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.01E-07	1.10E-02	1.11E-09
Benz(a)anthracene	1.99E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	2.39E-09	1.10E-01	2.63E-10
Benzo(a)pyrene	7.12E-10	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	8.55E-11	1.10E+00	9.41E-11
Benzo(b)fluoranthene	7.17E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	8.61E-09	1.10E-01	9.47E-10
Benzo(g,h,i)perylene	8.99E-11	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.08E-11	1.10E-02	1.19E-13
Benzo(k)fluoranthene	1.61E-10	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.93E-11	1.10E-01	2.13E-12
Chrysene	6.73E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	8.08E-09	1.10E-02	8.89E-11
Dibenz(a,h)anthracene	2.77E-12	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	3.32E-13	1.10E+00	3.66E-13
Fluoranthene	4.74E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	5.69E-07	1.10E-03	6.25E-10
Fluorene	7.25E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	8.70E-06	1.10E-03	9.57E-09
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	9.67E-12	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.16E-12	1.10E-01	1.28E-13
Naphthalene	6.94E-03	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	8.33E-04	5.60E-03	4.67E-06
Phenanthrene	3.97E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	4.76E-06	1.10E-03	5.24E-09
Pyrene	1.53E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.84E-07	1.10E-03	2.03E-10
Eléments Traces Métalliques										0.00E+00
Mercury (inorganic)		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Alcanes										0.00E+00
Heptane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Hexane (n-)		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Cyclohexane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Octane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Hydrocarbures aliphatiques										0.00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aliphatic C6-8		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aliphatic C8-10	1.22E+00	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.47E-01	-	-
TPH Aliphatic C10-12		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aliphatic C12-16		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aliphatic C16-35		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Hydrocarbures aromatiques										0.00E+00
TPH Aromatic C5-7		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aromatic C7-8		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aromatic C8-10	1.70E-02	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	2.04E-03	-	-
TPH Aromatic C10-12		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aromatic C12-16		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aromatic C16-21		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aromatic C21-35		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
COHV										5.36E-06
Trichloroethylene (TCE)	4.46E-02	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	5.36E-03	1.00E-03	5.36E-06
PCB par Congénère										2.21E-09
PCB 28	7.30E-11	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	8.77E-12	1.00E-01	8.77E-13
PCB 52	2.48E-09	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	2.98E-10	1.00E-01	2.98E-11
PCB 101	9.49E-09	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.14E-09	1.00E-01	1.14E-10
PCB 118	3.36E-09	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	4.03E-10	1.00E-01	4.03E-11
PCB 138	4.82E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	5.79E-09	1.00E-01	5.79E-10
PCB 153	6.94E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	8.33E-09	1.00E-01	8.33E-10
PCB 180	5.11E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	6.14E-09	1.00E-01	6.14E-10

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	4.82E-06
Eléments Traces Métalliques	0.00E+00
Alcanes	0.00E+00
Hydrocarbures	0.00E+00
BTEX	0.00E+00
COHV	5.36E-06
PCB par Congénères	2.21E-09
Famille des PCB	0.00E+00
Dioxines et furanes	0.00E+00
Chlorobenzènes	0.00E+00
Phthalates	0.00E+00
Composés azotés	0.00E+00
Aldéhydes	0.00E+00
Ethers	0.00E+00
Alcools	0.00E+00
Acides	0.00E+00
Composés phénoliques	0.00E+00
Pesticides	0.00E+00
Composés soufrés	0.00E+00
Cétones	0.00E+00
Somme	1.02E-05

Scénario tertiaire - Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - cas des employés

Composé	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger	
	Conc. mg/m3	IR m3/h	CF h/j	EF j/an	ED ans	VR m3/j	AT jours	DJE mg/m3		mg/m3	QD -
		0.83	8	220	42	20	15330	-			
HAP											3.76E-02
Acenaphthene	1.29E-04	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	2.59E-05	-		
Acenaphthylene	9.23E-04	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.85E-04	-		
Anthracene	8.38E-07	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.68E-07	-		
Benz(a)anthracene	1.99E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	3.98E-09	-		
Benzo(a)pyrene	7.12E-10	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.43E-10	2.00E-06		7.13E-05
Benzo(b)fluoranthene	7.17E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.43E-08	-		
Benzo(g,h,i)perylene	8.99E-11	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.80E-11	-		
Benzo(k)fluoranthene	1.61E-10	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	3.22E-11	-		
Chrysene	6.73E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.35E-08	-		
Dibenz(a,h)anthracene	2.77E-12	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	5.54E-13	-		
Fluoranthene	4.74E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	9.48E-07	-		
Fluorene	7.25E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.45E-05	-		
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	9.67E-12	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.94E-12	-		
Naphthalene	6.94E-03	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.39E-03	3.70E-02		3.75E-02
Phenanthrene	3.97E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	7.94E-06	-		
Pyrene	1.53E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	3.07E-07	-		
Eléments Traces Métalliques											0.00E+00
Mercury (inorganic)		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	3.00E-05		0.00E+00
Alcanes											0.00E+00
Heptane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Hexane (n-)		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	3.00E+00		0.00E+00
Cyclohexane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	6.00E+00		0.00E+00
Octane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Hydrocarbures aliphatiques											2.45E-01
TPH Aliphatic C5-6		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.84E+01		0.00E+00
TPH Aliphatic C6-8		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.84E+01		0.00E+00
TPH Aliphatic C8-10	1.22E+00	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	2.45E-01	1.00E+00		2.45E-01
TPH Aliphatic C10-12		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.00E+00		0.00E+00
TPH Aliphatic C12-16		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.00E+00		0.00E+00
TPH Aliphatic C16-35		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Hydrocarbures aromatiques											1.70E-02
TPH Aromatic C5-7		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.00E-02		0.00E+00
TPH Aromatic C7-8		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.90E+01		0.00E+00
TPH Aromatic C8-10	1.70E-02	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	3.40E-03	2.00E-01		1.70E-02
TPH Aromatic C10-12		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	2.00E-01		0.00E+00
TPH Aromatic C12-16		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	2.00E-01		0.00E+00
TPH Aromatic C16-21		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
TPH Aromatic C21-35		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
COHV											2.79E-03
Trichloroethylene (TCE)	4.46E-02	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	8.93E-03	3.20E+00		2.79E-03
PCB par Congénère											7.37E-05
PCB 28	7.30E-11	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.46E-11	5.00E-04		2.92E-08
PCB 52	2.48E-09	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	4.97E-10	5.00E-04		9.94E-07
PCB 101	9.49E-09	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.90E-09	5.00E-04		3.80E-06
PCB 118	3.36E-09	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	6.72E-10	5.00E-04		1.34E-06
PCB 138	4.82E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	9.65E-09	5.00E-04		1.93E-05
PCB 153	6.94E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.39E-08	5.00E-04		2.78E-05
PCB 180	5.11E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.02E-08	5.00E-04		2.05E-05

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	3.76E-02
Eléments Traces Métalliques	0.00E+00
Alcanes	0.00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	2.45E-01
Hydrocarbures Aromatiques	1.70E-02
BTEX	0.00E+00
COHV	2.79E-03
PCB par Congénères	7.37E-05
Famille des PCB	0.00E+00
Dioxines et furanes	0.00E+00
Chlorobenzènes	0.00E+00
Phtalates	0.00E+00
Composés azotés	0.00E+00
Aldéhydes	0.00E+00
Ethers	0.00E+00
Alcools	0.00E+00
Acides	0.00E+00
Composés phénoliques	0.00E+00
Pesticides	0.00E+00
Composés soufrés	0.00E+00
Cétones	0.00E+00
Somme Aliphatiques	2.85E-01
Somme Aromatiques	5.75E-02

Scénario tertiaire - Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments - cas des employés

Composé	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR (mg/m3)-1	Excès de risque individuel ERI
	Conc. mg/m3	IR m3/h	CF h/j	EF j/an	ED ans	VR m3/j	AT jours	DJE mg/m3		
		0.83	8	220	42	20	25550			
HAP										2.93E-09
Acenaphthene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-03	0.00E+00
Acenaphthylene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-03	0.00E+00
Anthracene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-02	0.00E+00
Benz(a)anthracene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-01	0.00E+00
Benzo(a)pyrene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E+00	0.00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-01	0.00E+00
Benzo(g,h,i)perylene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-02	0.00E+00
Benzo(k)fluoranthene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-01	0.00E+00
Chrysene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-02	0.00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E+00	0.00E+00
Fluoranthene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-03	0.00E+00
Fluorene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-03	0.00E+00
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-01	0.00E+00
Naphthalene	4.36E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	5.24E-07	5.60E-03	2.93E-09
Phenanthrene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-03	0.00E+00
Pyrene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.10E-03	0.00E+00
Eléments Traces Métalliques										0.00E+00
Mercury (inorganic)	8.05E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.67E-09	-	-
Alcanes										0.00E+00
Heptane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Hexane (n-)		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Cyclohexane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Octane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Hydrocarbures aliphatiques										0.00E+00
TPH Aliphatic C5-6	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.94E-06	-	-
TPH Aliphatic C6-8	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.94E-06	-	-
TPH Aliphatic C8-10	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.94E-06	-	-
TPH Aliphatic C10-12	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.94E-06	-	-
TPH Aliphatic C12-16	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.94E-06	-	-
TPH Aliphatic C16-35		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
Hydrocarbures aromatiques										0.00E+00
TPH Aromatic C5-7		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aromatic C7-8		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aromatic C8-10	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.94E-06	-	-
TPH Aromatic C10-12	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.94E-06	-	-
TPH Aromatic C12-16	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.94E-06	-	-
TPH Aromatic C16-21		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
TPH Aromatic C21-35		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-
BTEX										8.28E-09
Benzene	2.23E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	2.67E-07	2.60E-02	6.95E-09
Toluene	1.19E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.42E-06	-	-
Ethylbenzene	4.42E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	5.31E-07	2.50E-03	1.33E-09
Xylenes (total)	8.15E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	9.79E-07	-	-
COHV										1.25E-11
Trichloroethane (1,1,1)	1.18E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.42E-06	-	-
Methylene chloride	1.04E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	2.56E+04	1.25E-06	1.00E-05	1.25E-11

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	2.93E-09
Eléments Traces Métalliques	0.00E+00
Alcanes	0.00E+00
Hydrocarbures	0.00E+00
BTEX	8.28E-09
COHV	1.25E-11
PCB par Congénères	0.00E+00
Famille des PCB	0.00E+00
Dioxines et furanes	0.00E+00
Chlorobenzènes	0.00E+00
Phtalates	0.00E+00
Composés azotés	0.00E+00
Aldéhydes	0.00E+00
Ethers	0.00E+00
Alcools	0.00E+00
Acides	0.00E+00
Composés phénoliques	0.00E+00
Pesticides	0.00E+00
Composés soufrés	0.00E+00
Cétones	0.00E+00
Somme	1.12E-08

Scénario tertiaire - Risques par inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments - cas des employés

Composé	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger	
	Conc. mg/m3	IR m3/h	CF h/j	EF j/an	ED ans	VR m3/j	AT jours	DJE mg/m3		mg/m3	QD -
		0.83	8	220	42	20	15330	-			
HAP											2.36E-05
Acenaphthene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Acenaphthylene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Anthracene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Benz(a)anthracene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Benzo(a)pyrene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Benzo(b)fluoranthene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Benzo(g,h,i)perylene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Benzo(k)fluoranthene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Chrysene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Dibenz(a,h)anthracene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Fluoranthene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Fluorene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Naphthalene	4.36E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	8.73E-07	3.70E-02		2.36E-05
Phenanthrene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Pyrene		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Éléments Traces Métalliques											5.37E-04
Mercury (inorganic)	8.05E-08	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.61E-08	3.00E-05		5.37E-04
Alcanes											0.00E+00
Heptane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Hexane (n-)		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	3.00E+00		0.00E+00
Cyclohexane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	6.00E+00		0.00E+00
Octane		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Hydrocarbures aliphatiques											5.15E-05
TPH Aliphatic C5-6	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.66E-05	1.84E+01		9.00E-07
TPH Aliphatic C6-8	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.66E-05	1.84E+01		9.02E-07
TPH Aliphatic C8-10	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.66E-05	1.00E+00		1.66E-05
TPH Aliphatic C10-12	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.66E-05	1.00E+00		1.66E-05
TPH Aliphatic C12-16	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.66E-05	1.00E+00		1.66E-05
TPH Aliphatic C16-35		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
Hydrocarbures aromatiques											2.49E-04
TPH Aromatic C5-7		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.00E-02		0.00E+00
TPH Aromatic C7-8		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.90E+01		0.00E+00
TPH Aromatic C8-10	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.66E-05	2.00E-01		8.28E-05
TPH Aromatic C10-12	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.66E-05	2.00E-01		8.28E-05
TPH Aromatic C12-16	8.28E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.66E-05	2.00E-01		8.28E-05
TPH Aromatic C16-21		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
TPH Aromatic C21-35		8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	-		
BTEX											6.16E-05
Benzene	2.23E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	4.46E-07	1.00E-02		4.46E-05
Toluene	1.19E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	2.37E-06	1.90E+01		1.25E-07
Ethylbenzene	4.42E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	8.85E-07	1.50E+00		5.90E-07
Xylenes (total)	8.15E-06	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	1.63E-06	1.00E-01		1.63E-05
COHV											4.26E-06
Trichloroethane (1,1,1)	1.18E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	2.36E-06	1.00E+00		2.36E-06
Methylene chloride	1.04E-05	8.30E-01	8.00E+00	2.20E+02	4.20E+01	2.00E+01	1.53E+04	2.09E-06	1.10E+00		1.90E-06

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	2.36E-05
Éléments Traces Métalliques	5.37E-04
Alcanes	0.00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	5.15E-05
Hydrocarbures Aromatiques	2.49E-04
BTEX	6.16E-05
COHV	4.26E-06
PCB par Congénères	0.00E+00
Famille des PCB	0.00E+00
Dioxines et furanes	0.00E+00
Chlorobenzènes	0.00E+00
Phthalates	0.00E+00
Composés azotés	0.00E+00
Aldéhydes	0.00E+00
Ethers	0.00E+00
Alcools	0.00E+00
Acides	0.00E+00
Composés phénoliques	0.00E+00
Pesticides	0.00E+00
Composés soufrés	0.00E+00
Cétones	0.00E+00
Somme Aliphatiques	6.78E-04
Somme Aromatiques	8.75E-04

Scénario tertiaire - Risques par ingestion de sols - cas des employés

Composé	Calcul de la DJE								VTR (mg/kg/j)-1	Excès de risque individuel	
	Conc. retenue mg/kg	CF kg/mg	IR mg/j	EF j/an	ED ans	BW kg	AT jours	DJE mg/kg/j		ERI	
Paramètres	-	1.00E-06	33.3	220	42	70	25550	-	-	-	
HAP										2.78E-07	
Acénaphthène	1.90E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	3.27E-08	1.00E-03	3.27E-11	
Acénaphthylène	1.80E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	3.10E-08	1.00E-03	3.10E-11	
Anthracène	5.00E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	8.60E-08	1.00E-02	8.60E-10	
Benzo(a)anthracène	1.19E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	2.05E-07	1.00E-01	2.05E-08	
Benzo(b)fluoranthène	1.12E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.93E-07	1.00E-01	1.93E-08	
Benzo(g,h,i)perylene	6.00E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.03E-07	1.00E-02	1.03E-09	
Benzo(k)fluoranthène	5.70E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	9.81E-08	1.00E-01	9.81E-09	
Benzo(a)pyrène	1.02E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.75E-07	1.00E+00	1.75E-07	
Chrysène	1.21E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	2.08E-07	1.00E-02	2.08E-09	
Dibenzo(a,h)anthracène	1.70E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	2.92E-08	1.00E+00	2.92E-08	
Fluoranthène	2.60E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	4.47E-07	1.00E-03	4.47E-10	
Fluorène	4.10E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	7.05E-08	1.00E-03	7.05E-11	
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	7.40E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.27E-07	1.00E-01	1.27E-08	
Naphtalène	3.00E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.16E-08	1.20E-01	6.19E-09	
Phénanthrène	2.01E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	3.46E-07	1.00E-03	3.46E-10	
Pyrène	2.11E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	3.63E-07	1.00E-03	3.63E-10	
Éléments Traces Métalliques										1.12E-07	
Arsenic		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	1.50E+00	0.00E+00	
Cadmium		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-	
Chrome III		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-	
Chrome VI		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	5.00E-01	0.00E+00	
Cobalt		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-	
Cuivre	3.44E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.92E-06	-	-	
Manganèse	2.30E+03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	3.95E-04	-	-	
Mercuré	1.50E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	2.58E-08	-	-	
Nickel		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-	
Plomb	7.64E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.31E-05	8.50E-03	1.12E-07	
Zinc	1.39E+02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	2.39E-05	-	-	
Argent		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-	
Bore	3.27E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.62E-06	-	-	
Baryum	2.62E+02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	4.50E-05	-	-	
Molybdène	1.50E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	2.58E-07	-	-	
Selenium	3.18E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.47E-07	-	-	
Antimoine	3.34E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.75E-07	-	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0.00E+00	
TPH Aliphatiques C5-C6	4.90E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	8.43E-08	-	-	
TPH Aliphatiques C6-C8	5.30E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	9.12E-08	-	-	
TPH Aliphatiques C8-C10	8.70E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.50E-07	-	-	
TPH Aliphatiques C10-C12	8.26E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.42E-06	-	-	
TPH Aliphatiques C12-C16	2.61E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	4.49E-06	-	-	
TPH Aliphatiques C16-C35	2.92E+02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.02E-05	-	-	
Hydrocarbures aromatiques										0.00E+00	
TPH Aromatiques C5-C7		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-	
TPH Aromatiques C7-C8		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-	
TPH Aromatiques C8-C10	3.10E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.33E-08	-	-	
TPH Aromatiques C10-C12	8.26E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.42E-06	-	-	
TPH Aromatiques C12-C16	2.61E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	4.49E-06	-	-	
TPH Aromatiques C16-C21	2.92E+02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.02E-05	-	-	
TPH Aromatiques C21-C35		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	0.00E+00	-	-	
BTEX										6.62E-10	
Benzène	6.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.03E-08	5.50E-02	5.68E-10	
Toluène	7.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.20E-08	-	-	
Ethylbenzène	5.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	8.60E-09	1.10E-02	9.46E-11	
Xylènes	5.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	8.60E-09	-	-	
COHV										6.98E-12	
Trichloroéthylène	5.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	8.60E-09	8.11E-04	6.98E-12	
PCB par Congénères										1.17E-08	
PCB 28	1.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.72E-10	2.00E+00	3.44E-10	
PCB 52	1.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.72E-10	2.00E+00	3.44E-10	
PCB 101	3.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.16E-10	2.00E+00	1.03E-09	
PCB 118	3.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	5.16E-10	2.00E+00	1.03E-09	
PCB 138	8.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.38E-09	2.00E+00	2.75E-09	
PCB 153	1.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.72E-09	2.00E+00	3.44E-09	
PCB 180	8.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	2.56E+04	1.38E-09	2.00E+00	2.75E-09	

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	2.78E-07
Éléments Traces Métalliques	1.12E-07
Alcanes	0.00E+00
Hydrocarbures	0.00E+00
BTEX	6.62E-10
COHV	6.98E-12
PCB par Congénères	1.17E-08
Famille des PCB	0.00E+00
Dioxines et furanes	0.00E+00
Chlorobenzènes	0.00E+00
Phthalates	0.00E+00
Composés azotés	0.00E+00
Aldéhydes	0.00E+00
Ethers	0.00E+00
Alcools	0.00E+00
Acides	0.00E+00
Composés phénoliques	0.00E+00
Pesticides	0.00E+00
Explosifs	0.00E+00
Cétones	0.00E+00
Somme	4.02E-07

Scénario tertiaire - Risques par ingestion de sols - cas des employés

Composé	Calcul de la DJE								VTR	Quotient de danger	
	Conc. retenue	CF	IR	EF	ED	BW	AT	DJE		QD	
	mg/kg	kg/mg	mg/j	j/an	ans	kg	jours	mg/kg/j		-	
Paramètres	-	1.00E-06	33.3	220	42	70	15330	-			
HAP											1.04E-03
Acénaphène	1.90E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	5.45E-08	6.00E-02		9.08E-07
Acénaphthylène	1.80E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	5.16E-08	-		
Anthracène	5.00E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.43E-07	3.00E-01		4.78E-07
Benzo(a)anthracène	1.19E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	3.41E-07	-		
Benzo(b)fluoranthène	1.12E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	3.21E-07	-		
Benzo(g,h,i)perylène	6.00E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.72E-07	3.00E-02		5.73E-06
Benzo(k)fluoranthène	5.70E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.63E-07	-		
Benzo(a)pyrène	1.02E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.92E-07	3.00E-04		9.75E-04
Chrysène	1.21E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	3.47E-07	-		
Dibenzo(a,h)anthracène	1.70E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	4.87E-08	-		
Fluoranthène	2.60E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	7.46E-07	4.00E-02		1.86E-05
Fluorène	4.10E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.18E-07	4.00E-02		2.94E-06
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	7.40E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.12E-07	-		
Naphtalène	3.00E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	8.60E-08	2.00E-02		4.30E-06
Phénanthrène	2.01E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	5.76E-07	4.00E-02		1.44E-05
Pyrène	2.11E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	6.05E-07	3.00E-02		2.02E-05
Éléments Traces Métalliques											4.79E-02
Arsenic		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	4.50E-04		0.00E+00
Cadmium		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	3.50E-04		0.00E+00
Chrome III		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	3.00E-01		0.00E+00
Chrome VI		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.00E-03		0.00E+00
Cobalt		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	1.50E-03		0.00E+00
Cuivre	3.44E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	9.87E-06	1.40E-01		7.05E-05
Manganèse	2.30E+03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	6.59E-04	5.50E-02		1.20E-02
Mercurie	1.50E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	4.30E-08	5.70E-04		7.55E-05
Nickel		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	2.80E-03		0.00E+00
Plomb	7.64E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.19E-05	6.30E-04		3.48E-02
Zinc	1.39E+02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	3.99E-05	3.00E-01		1.33E-04
Argent		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	5.00E-03		0.00E+00
Bore	3.27E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	9.37E-06	2.00E-01		4.68E-05
Baryum	2.62E+02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	7.50E-05	2.00E-01		3.75E-04
Molybdène	1.50E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	4.30E-07	5.00E-03		8.60E-05
Selenium	3.18E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	9.12E-07	5.00E-03		1.82E-04
Antimoine	3.34E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	9.58E-07	6.00E-03		1.60E-04
Hydrocarbures aliphatiques											1.43E-04
TPH Aliphatiques C5-C6	4.90E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.40E-07	5.00E+00		2.81E-08
TPH Aliphatiques C6-C8	5.30E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.52E-07	5.00E+00		3.04E-08
TPH Aliphatiques C8-C10	8.70E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.49E-07	1.00E-01		2.49E-06
TPH Aliphatiques C10-C12	8.26E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.37E-06	1.00E-01		2.37E-05
TPH Aliphatiques C12-C16	2.61E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	7.48E-06	1.00E-01		7.48E-05
TPH Aliphatiques C16-C35	2.92E+02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	8.37E-05	2.00E+00		4.18E-05
Hydrocarbures aromatiques											3.04E-03
TPH Aromatiques C5-C7		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	2.00E-01		0.00E+00
TPH Aromatiques C7-C8		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	2.00E-01		0.00E+00
TPH Aromatiques C8-C10	3.10E-01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	8.89E-08	4.00E-02		2.22E-06
TPH Aromatiques C10-C12	8.26E+00	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.37E-06	4.00E-02		5.92E-05
TPH Aromatiques C12-C16	2.61E+01	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	7.48E-06	4.00E-02		1.87E-04
TPH Aromatiques C16-C21	2.92E+02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	8.37E-05	3.00E-02		2.79E-03
TPH Aromatiques C21-C35		1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	0.00E+00	3.00E-02		0.00E+00
BTEX											3.49E-05
Benzène	6.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.72E-08	5.00E-04		3.44E-05
Toluène	7.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.01E-08	8.00E-02		2.51E-07
Ethylbenzène	5.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.43E-08	9.71E-02		1.48E-07
Xylènes	5.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.43E-08	2.00E-01		7.17E-08
COHV											2.87E-05
Trichloroéthylène	5.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	1.43E-08	5.00E-04		2.87E-05
PCB par Congénères											4.87E-04
PCB 28	1.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.87E-10	2.00E-05		1.43E-05
PCB 52	1.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.87E-10	2.00E-05		1.43E-05
PCB 101	3.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	8.60E-10	2.00E-05		4.30E-05
PCB 118	3.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	8.60E-10	2.00E-05		4.30E-05
PCB 138	8.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.29E-09	2.00E-05		1.15E-04
PCB 153	1.00E-02	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.87E-09	2.00E-05		1.43E-04
PCB 180	8.00E-03	1.00E-06	3.33E+01	2.20E+02	4.20E+01	7.00E+01	1.53E+04	2.29E-09	2.00E-05		1.15E-04

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	1.04E-03
Éléments Traces Métalliques	4.79E-02
Alcanes	0.00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1.43E-04
Hydrocarbures Aromatiques	3.04E-03
BTEX	3.49E-05
COHV	2.87E-05
PCB par Congénères	4.87E-04
Famille des PCB	0.00E+00
Dioxines et furanes	0.00E+00
Chlorobenzènes	0.00E+00
Phtalates	0.00E+00
Composés azotés	0.00E+00
Aldéhydes	0.00E+00
Ethers	0.00E+00
Alcools	0.00E+00
Acides	0.00E+00
Composés phénoliques	0.00E+00
Pesticides	0.00E+00
Explosifs	0.00E+00
Cétones	0.00E+00
Somme Aliphatiques	4.96E-02
Somme Aromatiques	5.25E-02

Synthèse des risques par voie - Scénario tertiaire

Quotient de Danger - Adultes			
Substances	Ingestion de sols	Inhalation vapeurs sols	Inhalation vapeurs gaz du sol
		Intérieur	Intérieur
		Bureau	Bureau
HAP	1.04E-03	3.76E-02	2.36E-05
Eléments Traces Métalliques	4.79E-02	0.00E+00	5.37E-04
Alcanes	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1.43E-04	2.45E-01	5.15E-05
Hydrocarbures Aromatiques	3.04E-03	1.70E-02	2.49E-04
BTEX	3.49E-05	0.00E+00	6.16E-05
COHV	2.87E-05	2.79E-03	4.26E-06
PCB par Congénères	4.87E-04	7.37E-05	0.00E+00
Total par voie			0.001
Total par voie avec hypothèse HC aliphatiques	0.050	0.285	
Total général avec hypothèse HC aliphatiques	0.3		
Total par voie avec hypothèse HC aromatiques	0.052	0.057	
Total général avec hypothèse HC aromatiques	0.1		

Excès de Risque Individuel - Adultes			
Substances	Ingestion de sols	Inhalation vapeurs sols	Inhalation vapeurs gaz du sol
		Intérieur	Intérieur
		Bureau	Bureau
HAP	2.78E-07	4.82E-06	2.93E-09
Eléments Traces Métalliques	1.12E-07	0.00E+00	0.00E+00
Alcanes	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Hydrocarbures	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
BTEX	6.62E-10	0.00E+00	8.28E-09
COHV	6.98E-12	5.36E-06	1.25E-11
PCB par Congénères	1.17E-08	2.21E-09	0.00E+00
Total par voie	4.02E-07	1.02E-05	1.12E-08
Total général	1.1E-05		

Les valeurs supérieures aux valeurs seuils en vigueur sont indiquées en gras

Annexe 21 : Incertitudes des calculs de risques

INCERTITUDES

Les incertitudes associées aux calculs des risques sont liées d'une part aux concentrations prises en compte, d'autre part aux données de toxicité (choix de la VTR), à la modélisation des transferts et enfin aux calculs des doses d'exposition (conception et données d'entrée des modèles de transfert et d'exposition).

Les incertitudes principales sont détaillées dans les paragraphes ci-après.

1.1 Incertitudes sur les concentrations prises en compte

1.1.1 Incertitudes liées à l'échantillonnage

Le calcul des risques est basé sur des analyses d'échantillons de sol, d'eaux souterraines et de gaz du sol réalisées ponctuellement lors d'investigations menées sur le site.

1.1.1.1 Echantillonnage des sols

Concernant les sols, les incertitudes liées à l'échantillonnage dépendent :

- de la taille des mailles échantillonnées ;
- de l'emplacement du sondage dans la maille ;
- du prélèvement (quelques centaines de grammes pour les sols) ;
- de la quantité d'échantillon analysée au laboratoire (quelques milligrammes pour les sols) ;

D'une manière générale, plus le nombre de prélèvements sera élevé, plus la probabilité de définir une concentration représentative des teneurs en présence sur le site sera importante.

En effet en raison de l'hétérogénéité naturelle du milieu souterrain, un constat basé sur des prélèvements ponctuels (discrétisation) ne peut raisonnablement pas prétendre à une détermination exhaustive des caractéristiques du sous-sol.

Dans le cas présent, les investigations menées sur la zone d'étude ont conduit à une bonne connaissance de la répartition des pollutions dans les sols.

Par ailleurs, les différents impacts mis en évidence sur le site, et identifiés comme étant des pollutions concentrées, pourraient être délimités plus finement. Ainsi, le volume de terres impactées et les surcoûts associés se verraient très probablement diminués le cas échéant.

1.1.1.2 Echantillonnage des eaux souterraines

Les eaux souterraines ont fait l'objet de deux campagnes de prélèvements, sur les 4 ouvrages implantés sur la friche RESURGAT. Les teneurs mesurées sont soit inférieures aux limites de quantification du laboratoire soit très proches de ces valeurs, ou encore inférieures aux valeurs de comparaison en vigueur.

Les concentrations dans ce milieu étant généralement évolutives au cours du temps, les données exploitées dans le cadre du plan de gestion sont donc considérées comme indicatives, mais pas forcément comme les plus pénalisantes.

Les données exploitées dans l'analyse des enjeux sanitaires correspondent aux concentrations maximales mesurées dans les 4 ouvrages, quelle que soit leur position hydraulique.

1.1.1.3 Echantillonnage des gaz du sol

Concernant les gaz du sol, la qualité de ce milieu au moment des prélèvements peut dépendre notamment des conditions météorologiques du moment. Aussi, pour ce milieu, il est considéré que plusieurs campagnes de prélèvements sont nécessaires pour obtenir une bonne vision et une bonne représentativité de la présence d'éventuels polluants volatils.

Dans le cas présent, les gaz du sol ont fait l'objet de 1 ou 2 campagnes de prélèvements selon les ouvrages, en mars 2021 et/ou février 2022.

Les conditions de prélèvements des gaz du sol n'étaient pas les plus favorables au dégazage du milieu souterrain lors des deux campagnes (période hivernale et plutôt humide). Par ailleurs, malgré la faible profondeur des piézais (de l'ordre de 1 m), il n'a pas été réalisé de test d'étanchéité des ouvrages. Sur cette base, il existe une incertitude sur la qualité des gaz du sol, les données étant représentatives de la qualité de ce milieu au moment du prélèvement, et pouvant évoluer de façon favorable ou défavorable au cours de l'année, en fonction des conditions météorologiques notamment.

La pointe sud du lot « SDIS » n'a pas donné lieu à des investigations complémentaires, en raison de sa cartographie comme « zone contenant des débris d'amiante » dans le plan de récolement des travaux de démolition menés par l'EPF en 2016 / 2017 établis par l'entreprise RENARD. C'est pourquoi les piézais PzR1 et PzR2 n'ont pu être implantés qu'à une vingtaine de mètre de distance de l'ancien point T2 ayant montré une teneur notable en hydrocarbures.

Pour une meilleure représentativité des données sur les gaz du sol, la réalisation d'au moins une nouvelle campagne de prélèvement est recommandée, en période estivale dans la mesure du possible. Par ailleurs, les piézais implantés étant courts (1m au maximum au regard de la faible profondeur de la nappe) avec une crépine entre 50 cm et 1 m de profondeur, il s'agira de bien s'assurer de l'étanchéité du système par la pose d'une bâche et des tests d'étanchéité O₂/CO₂ à présenter dans le rapport d'intervention, pour garantir que les concentrations mesurées sont bien celles dans le milieu souterrain.

1.2 Incertitudes entourant la sélection des VTR

1.2.1 Généralités sur la sélection des VTR

Il n'existe pas à l'heure actuelle une méthodologie universelle pour la détermination d'une VTR. Aussi, un composé peut présenter plusieurs valeurs de référence, déterminées par chaque organisme créateur.

Pour chaque étude, Arcadis choisit la valeur la plus adaptée et réalise une analyse des méthodes de construction pour chaque valeur. Cependant, il est parfois difficile de trouver des explications quant à la construction des valeurs : certains organismes comme l'USEPA présentent de façon transparente leurs conclusions, mais tous ne le font pas.

1.2.2 VTR des HAP

Les valeurs toxicologiques de référence des HAP ont été élaborées à partir de Facteurs d'Equivalence Toxique (TEF). Ces derniers expriment la toxicité relative d'une substance de la famille par rapport à la substance de référence de cette famille qui est le plus souvent la plus toxique et la plus étudiée. Pour les HAP, il s'agit du benzo(a)pyrène.

Les TEF sont utilisés afin de définir les relations dose-réponse pour des substances chimiques issues de la même famille. Le concept TEF est fondé sur les hypothèses que l'organe cible et l'activité toxique sont identiques pour toute molécule apparentée.

La valeur de 1 est attribuée au TEF du chef de file du groupe (le benzo(a)pyrène pour les HAP) et une valeur exprimant leur potentiel toxique relatif est donnée au TEF des autres congénères.

Le produit du facteur d'équivalence toxique d'un composé par l'excès de risque unitaire de la substance prise en référence fournit alors la relation dose-réponse.

La confiance que l'on peut accorder aux TEF n'est certes pas totale ; ils ont néanmoins le mérite d'éviter l'exclusion de composés potentiellement cancérigènes des calculs de risque alors que leur présence dans l'environnement humain est attestée par les analyses de laboratoire.

1.2.3 VTR du mercure

Le mercure dans un sol peut se trouver sous des formes différentes :

- mercure Hg_0 ;
- le mercure organique (méthylmercure, éthylmercure,...).
- le mercure inorganique peu mobile.

Les formes les plus toxiques et les plus mobiles sont le mercure élémentaire et le mercure organique.

Les diverses formes de mercure sont susceptibles d'évoluer dans l'environnement. En effet, l'une des particularités du mercure est de subir, dans les sols, sédiments et être vivants (dont poissons) des réactions de méthylation / déméthylation.

Pour les sols, selon l'INERIS,¹ « *De nombreux paramètres influencent la méthylation et la déméthylation, par exemple la concentration en ions sulfures (S^{2-}) et le potentiel d'oxydo-réduction. [...] Si les conditions deviennent aérobies, HgS est oxydé en $HgSO_4$ qui peut subir une méthylation (Davis et al., 1997). La matière organique présente dans les sols favorise quant à elle la méthylation (Cappon, 1984 ; Lyon, 1997) ».*

Les conditions de transformation du mercure dans les sols restent encore mal connues.

Différentes études dédiées à la spéciation du mercure dans l'environnement concluent que le mercure dans les sols est majoritairement lié à la matière organique et qu'il est donc peu mobilisable. La part de méthylmercure dans les sols ne dépasserait pas 3% du mercure total.

(Cf. « Binding and mobility of mercury in soils contaminated by emission from chlor-alkali plants »²).

Les analyses de mercure dans les sols réalisées lors du diagnostic ont porté sur le mercure total.

Dans cette étude, la VTR utilisée pour la voie ingestion intègre les différentes formes du mercure (élémentaire, inorganique et organique). Pour la voie inhalation, elle correspond à la VTR définie pour le mercure élémentaire, aucune VTR pour le méthylmercure n'ayant été proposée.

1.3 Incertitudes liées à la modélisation des transferts

1.3.1 Incertitudes liées au modèle RISC Workbench 5.0

Un modèle est un outil construit pour reproduire « un système réel » en le simplifiant. En d'autres termes, il s'agit de rendre abordables des phénomènes trop complexes à décrire dans leur intégralité. Ces solutions analytiques sont donc des outils qui restent limités dans leur utilisation.

Les incertitudes du logiciel de calculs de risque RISC Workbench sont résumées dans le tableau suivant :

Modélisation dans l'air intérieur	Autres limites de la solution analytique
Le modèle ne tient compte que de la diffusion du polluant par les fissures des fondations.	La concentration est considérée infinie (recharge constante de la pollution dans le sol ou dans la nappe)
Le calcul de concentrations à l'intérieur d'un bâtiment fictif est nécessairement entaché d'une très forte incertitude (attribution de valeurs par défaut à un grand nombre de paramètres non quantifiables compte tenu des connaissances du moment).	Le modèle ne tient pas compte du fait que l'eau présente dans la zone non saturée du sol puisse s'évaporer à la surface du sol.

Tableau 1 : Incertitudes liées à la modélisation

Les calculs réalisés avec les équations de ce modèle sont majorants. En effet, la source de pollution est considérée comme constante dans le temps, il n'y a pas d'atténuation naturelle des concentrations dans les sols ni de biodégradation.

¹ Fiche de données toxicologiques et environnementales du mercure et dérivés du mercure – INERIS – Juillet 2000

² H. Biester, G. Müller et H.F. Schöler, 12 mai 2001

Le modèle mathématique considère que les polluants se répartissent uniformément dans l'ensemble du volume du bâtiment, le cloisonnement du volume et le mouvement spécifique des masses d'air à l'intérieur de celui-ci n'est pas pris en compte.

1.3.2 Incertitudes liées à la nature des sols

Il est reconnu que la nature du sol influence directement les phénomènes de transfert des polluants.

Le modèle RISC Workbench 5.0 distingue plusieurs natures de sol.

La nature de sol la plus représentative définie à partir des observations réalisées sur le terrain serait limons sableux (sandy loam).

C'est cette nature du sol qui a été utilisée dans le modèle mathématique pour le calcul de l'exposition au regard des résultats des analyses granulométriques réalisés. Ce type de sol tend plutôt à favoriser les phénomènes de transfert.

1.4 Incertitudes sur les paramètres d'exposition

La plupart des modèles multimédias possèdent une base interne équipée de paramètres standards (quantité de sol ingérée, poids de l'individu, volume d'air inhalé...).

Cependant, ces données dépendent d'un certain nombre de facteurs comme :

- l'usage du site ;
- les caractéristiques physiques du récepteur ;
- les habitudes de vie des personnes ;

mais également de bien d'autres paramètres. Aussi, afin de minimiser l'incertitude qui existe sur les données d'entrée, Arcadis s'est référé aux organismes comme l'USEPA qui disposent d'un certain nombre de données sur le sujet.

Néanmoins, chaque individu est unique et sa morphologie également. Il faut donc garder à l'esprit que tous ces paramètres sont moyennés et ne représentent qu'une vision simpliste et généralement majorante de la réalité.

1.5 Conclusions sur les incertitudes

De manière générale, les hypothèses et paramètres retenus pour les calculs de risque ont tendance à surestimer les risques sanitaires, ils sont conservateurs et majorants, ce qui est cohérent avec le principe de prudence appliqué en évaluation quantitative des risques sanitaires.

Ainsi il est rappelé que :

- la source a été considérée comme infinie (aucun épuisement de la source au cours du temps) ;
- aucune dilution, atténuation naturelle ou biodégradation des composés dans les sols n'a été prise en compte, alors que des études récentes tendraient à montrer que pour des sources sols profondes, ces phénomènes joueraient un rôle important dans la limitation des transferts de polluants depuis les sols vers l'air ambiant ;
- les données morphologiques utilisées par défaut sont conservatrices ;
- les facteurs d'exposition retenus sont majorants.