Plan de gestion

USID de Pau - Aire a feux - Aeroport militaire de Pau (64)

Rapport

Référence : RM240147A-V2

DIE Remediation - Siren 913 947 974 R.C.S. Pontoise - Code APE 7112B - SAS au capital de 2 000 000€ - N° TVA Intracommunautaire FR 30 913 947 974

DIE REMEDIATION - SIEGE SOCIAL
8, RUE GUY MOQUET 95100 ARGENTEUIL
TEL. : 09 70 82 80 00
REMEDIATION@DIE.FR
WWW.DI-ENVIRONNEMENT.FR

DEPOLLUER POUR L'HOMME
& L'ENVIRONNEMENT.

DÉPOLLUTION DES SOLS
GESTION DES DÉCHETS
DIAGNOSTIC ET ÉVALUATION DES RISQUES
ASSISTANCE À MAÎTRISE D'OUVRAGE / MAÎTRISE D'ŒUVRE

Contact **Déborah THIEBAULT**
Chef de projet
M : 06 29 41 42 98
dthiebault@die.fr

VERSION	DATE	OBJET DE L'EDITION/REVISION	ETABLI PAR	VERIFIE PAR	APPROUVE PAR
V1	19/06/2025	Première diffusion	J. LETOURNEAU	A. BLUSSEAU	C. DARRACQ
V2	23/10/2025	Mise à jour suite aux résultats des investigations complémentaires	J. LETOURNEAU	A. BLUSSEAU	C. TOURANCHET

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 de DIE REMEDIATION.

Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.

DIE Remediation 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 les domaines A (Etudes, Assistance et Contrôle), B (Ingénierie des travaux de réhabilitation, C (Exécution des travaux de réhabilitation) et D (Mission ATTES). [Certificats n° 38525-2, 38526-1, 38527-1 et 38528-1 valables jusqu'au 28 juin 2030].

.

TABLE DES MATIERES

1 INTRODUCTION ET CADRE 18
1.1 CADRE ET OBJECTIFS DE LA MISSION 18
1.2 CADRE NORMATIF ET METHODOLOGIE GENERALE 19
1.3 LIMITES ET EXCLUSIONS 20
2 RAPPEL DES DONNEES CONCERNANT LE SITE 22
2.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENTAL 22
2.1.1 Localisation géographique, description du site et historique du site 22
2.1.2 Géologie et nature des sols 24
2.1.3 Hydrologie 25
2.1.4 Hydrogéologie 25
2.2 INVESTIGATIONS REALISEES AU DROIT DU SITE 26
2.2.1 Rapport de diagnostic environnemental réalisé par SOLS ET EAUX ENVIRONNEMENT en 2007 26
2.2.2 Surveillance des eaux souterraines entre 2016 et 2018 27
2.2.3 Rapport de schéma conceptuel réalisé par GINGER BURGEAP en juillet 2019 27
2.2.4 Rapport de diagnostic environnemental réalisé par DIE Remediation en février 2025 28
2.2.5 Rapport de diagnostic environnemental complémentaire réalisé par DIE Remediation en juillet 2025 30
3 Définition du schéma conceptuel 32
3.1 CHAMP DE L'ETUDE 32
3.2 PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ZONE D'ETUDE 32
3.3 SCENARIOS ETUDIES 32
3.4 SOURCES DE POLLUTIONS 32
3.5 VOIES DE TRANSFERTS ET MILIEUX D'EXPOSITION 33
3.6 CIBLES POTENTIELLES 33
3.7 VOIES D'EXPOSITION POTENTIELLES 33
3.7.1 Voies d'exposition retenues 33
3.7.2 Voies d'exposition non retenues 33
4 Stratégie d'étude 35
5 Définition et caractérisation des pollutions concentrées 36
5.1 PREAMBULE 36
5.2 DESCRIPTION DES IMPACTS 37

5.3 ANALYSE STATISTIQUE SIMPLE 38
5.3.1 Distribution des concentrations dans les sols 38
5.3.2 Répartition des concentrations en hydrocarbures C_5-C_{10} dans les sols 40
5.3.3 Répartition des concentrations en hydrocarbures C_{10}-C_{40} dans les sols 41
5.3.4 Répartition des concentrations en BTEX dans les sols 42
5.3.5 Répartition des concentrations en naphtalène dans les sols 43
5.3.6 Répartition des concentrations en PFAS dans les sols 43
5.3.7 Seuils de coupure définis sur la base de l'analyse statistique 45
5.4 ANALYSE CARTOGRAPHIQUE 45
5.4.1 Méthodologie et hypothèses 45
5.4.2 Hydrocarbures C_5-C_{40}, BTEX et naphtalène dans les sols 47
5.4.3 30 FPAS dans les sols 49
5.4.4 Seuils de coupure définis sur la base de l'analyse cartographique 50
5.5 SYNTHESE, DISCUSSION ET PROPOSITION DE SEUILS DE COUPURE 51
6 Maitrise des impacts sanitaires : evaluation quantitative des risques sanitaires 53
6.1 METHODOLOGIE 53
6.2 SUBSTANCES RETENUES POUR LES CALCULS DE RISQUES ET CONCENTRATIONS UTILISEES 54
6.3 MODELISATION DES TRANSFERTS VERS L'AIR AMBIANT 60
6.4 CALCUL DE L'EXPOSITION 63
6.4.1 Mode de calcul des DJE 63
6.4.2 Synthèse des paramètres d'exposition des cibles 63
6.4.3 Budget espace-temps 64
6.5 CHOIX DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE 64
6.6 SYNTHESE DES RISQUES 65
6.6.1 Cas du scénario industriel en intérieur 65
6.6.2 Cas du scénario industriel en extérieur (espaces verts) 66
6.7 DISCUSSION ET CONCLUSIONS SUR LA COMPATIBILITE SANITAIRE DU SITE AVEC LES USAGES PROJETES 66
7 Incertitudes 68
7.1 INCERTITUDES SUR LES CONCENTRATIONS PRISES EN COMPTE 68
7.1.1 Incertitudes liées à l'échantillonnage 68
7.1.2 Incertitudes liées aux analyses d'hydrocarbures 69
7.2 INCERTITUDES ENTOURANT LA SELECTION DES VTR 70
7.2.1 Généralités sur la sélection des VTR 70
7.2.2 VTR des HAP 70

7.2.3 VTR des PFAS 70
7.3 INCERTITUDES LIEES A LA MODELISATION DES TRANSFERTS DANS L'AIR 71
7.3.1 Incertitudes liées au modèle RISC Workbench 5.0 71
7.3.2 Incertitudes liées aux paramètres de modélisation des transferts vers l'air extérieur 71
7.3.3 Incertitudes liées à la nature des sols 71
7.4 INCERTITUDES SUR LES PARAMETRES D'EXPOSITION 72
7.5 CONCLUSIONS SUR LES INCERTITUDES 72
8 Rappel des hypothèses de calculs des risques sanitaires 73
9 Bilan coûts/avantages 74
9.1 INTRODUCTION AU DEROULEMENT DE L'ETUDE ET LIMITES DU BILAN COUTS/AVANTAGES PROPOSE 74
9.2 DETERMINATION DES SURFACES ET VOLUMES A TRAITER 75
9.3 RAPPEL DE QUELQUES DONNEES D'ENTREE COMPLEMENTAIRES UTILES A LA COMPREHENSION DU BILAN COUTS/AVANTAGES 82
9.4 DEFINITION DES CRITERES DE COMPARAISON DU BILAN COUTS/AVANTAGES 83
9.5 ETUDE DES MEILLEURES TECHNOLOGIES DISPONIBLES 83
9.5.1 Approche préliminaire par famille de traitement 84
9.5.2 Approche par technique 86
9.5.3 Descriptif technique des technologies préselectionnées (sols) 89
9.5.4 Etude technico-économique des solutions présélectionnées 91
9.5.5 Discussion sur les technologies 96
9.5.6 Eléments techniques complémentaires concernant les technologies sélectionnées 98
9.6 CONCLUSION DU BILAN COUTS/AVANTAGES SUR LES SOLS 99
10 Recommandations 101
10.1 GARDER LA MEMOIRE DU SITE 101
10.2 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES 101
10.2.1 Sol 101
10.2.2 Gaz du sol 101
10.3 SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES 101
10.4 PLAN DE CONCEPTION DE TRAVAUX (PCT) 102
10.5 TRANSPORTS DES TERRES EXCAVEES 102
10.6 GESTION DES TERRES EXCAVEES (STOCKAGE, TRI, MAILLAGE, PRETRAITEMENT, TRAÇABILITE …) 102
10.7 RISQUES TRANSITOIRES LIES A LA PERIODE DE CHANTIER 103
10.8 REMBLAIEMENT DES FOUILLES DANS LE CAS D'UN TRAITEMENT HORS SITE 104
11 Restrictions d'usage et servitudes liées aux mesures de gestion 105

11.1 SUIVI DES TRAVAUX DE REMISE EN ETAT ENVIRONNEMENTAL 105
11.2 GESTION DES DEBLAIS 106
12 Modèle de fonctionnement du site 107
13 Conclusions 110

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur extrait de carte IGN (source : Géoportail modifié, 2025) 22

Figure 2 : Localisation de la zone d'étude sur vue aérienne (source : Géoportail modifié, 2025) 23

Figure 3 : Localisation des installations sur vue aérienne (source : orthophotographie de l'IGN de 2018 modifiée, 2025) 24

Figure 4 : Carte piézométrique issue du diagnostic réalisé par ECR ENVIRONNEMENT en 2018 (source : rapport GINGER BURGEAP n°CESISO183349 / RESISO09352-02 en date du 30/07/2019) 26

Figure 5 : Répartition des concentrations en hydrocarbures C_5-C_{10} dans les sols en nuage de points classés par ordre croissant 40

Figure 6 : Répartition des concentrations en hydrocarbures C_{10}-C_{40} dans les sols en nuage de point classés par ordre croissant 41

Figure 7 : Répartition des concentrations en BTEX dans les sols en nuage de point 42

Figure 8 : Répartition des concentrations en naphtalène dans les sols en nuage de point classés par ordre croissant 43

Figure 9 : Répartition des concentrations pour les 30 PFAS dans les sols en nuage de point classés par ordre croissant 44

Figure 10 : Analyse cartographique des HC C_5-C_{10}, BTEX et naphtalène dans les sols 47

Figure 11 : Analyse cartographique des HC C_{10}-C_{40}, BTEX et naphtalène dans les sols 48

Figure 12 : Analyse cartographique des 30 PFAS dans les sols (µg/kg) 50

Figure 13 : Emprises des zones de pollutions concentrées définies en hydrocarbures C_5-C_{40} et PFAS dans les sols – hypothèse réaliste 76

Figure 14 : Emprises des zones de pollutions concentrées définies en hydrocarbures C_5-C_{40} et PFAS dans les sols – hypothèse intermédiaire 78

Figure 15 : Emprises des zones de pollutions concentrées définies en hydrocarbures C_5-C_{40} et PFAS dans les sols – hypothèse optimiste 80

Figure 16 : Schéma de principe du lavage à l'eau (source : BRGM) 90

Figure 17 : Modèle de fonctionnement du site – scénario industriel en intérieur 108

Figure 18 : Modèle de fonctionnement du site – scénario industriel en extérieur 109

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Statistiques simples sur la distribution des concentrations dans les sols, toutes profondeurs confondues 38

Tableau 2 : Récapitulatif des seuils de coupure potentiels par analyse statistique simple 45

Tableau 3 : Synthèse des échantillons concernés par les seuils de coupure provisoire d'après l'analyse statistique simple 45

Tableau 4 : Classes de concentrations définies pour l'analyse cartographique 46

Tableau 5 : Récapitulatif des seuils de coupure potentiels par analyse cartographique 51

Tableau 6 : Concentrations d'entrée des calculs de risques 59

Tableau 7 : Paramètres de transfert retenus 61

Tableau 8 : Facteurs d'atténuation retenus par différents guides aux Etats Unis et au Canada (MADEP, 2011; DTSC, 2011, OSWER, 2013; SANTE CANADA, 200) - source : Guide méthodologique Fluxobat 2013 62

Tableau 9 : Concentrations dans l'air intérieur à partir des données gaz du sol par facteur d'atténuation 63

Tableau 10 : Paramètres d'exposition retenus 64

Tableau 11 : Budgets espace-temps retenus 64

Tableau 12 : Synthèse des risques attendus - scénario industriel en intérieur 65

Tableau 13 : Synthèse des risques attendus - scénario industriel en extérieur (espaces verts) 66

Tableau 14 : Incertitudes liées à la modélisation 71

Tableau 15 : Caractéristiques des zones de pollutions concentrées définies – hypothèse réaliste 77

Tableau 16 : Caractéristiques des zones de pollutions concentrées définies – hypothèse intermédiaire 79

Tableau 17 : Caractéristiques des zones de pollutions concentrées définies – hypothèse optimiste 81

Tableau 18 : Critères de comparaison retenus 83

Tableau 19 : Avantages et inconvénients des différentes techniques de dépollution des sols 85

Tableau 20 : Avantages et inconvénients des techniques de traitement des sols utilisables dans le cadre du présent projet 88

Tableau 21 : Estimations financières des différentes méthodes retenues pour le traitement des sols 94

Tableau 22 : Evolution du prix de la TGAP des ISDND 95

Tableau 23 : Synthèse des avantages et inconvénients des technologies sélectionnées pour le traitement des sols 96

GLOSSAIRE

AEP : Alimentation en Eau Potable

ARR : Analyse des Risques Résiduels

ASPITET : Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces

ATSDR : AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (AGENCE AMERICAINE)

BCA : Bilan coûts/avantages

BTEXN : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes, Naphtalène

COHV : Composés Organo-Halogénés Volatils (solvants chlorés)

COV : Composés Organiques Volatils

DJE : Dose Journalière d'Exposition

DR : Dose de Référence

EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

ERI : Excès de Risque Individuel

ERU : Excès de Risque Unitaire

ETM : Eléments Traces Métalliques : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn)

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

IEM : Interprétation de l'Etat des Milieux

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

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment (agence américaine)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OQAI : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

PCB : PolyChloroBiphényls

PCT : Plan de Conception de Travaux

PDB : Passive Diffusion Bag (préleveur passif d'eau souterraine)

PEHD : PolyEthylène Haute Densité

PFAS : Per- and polyFluoroAlkyl Substances

PID : PhotoIonization Detector (détecteur à photo-Ionisation)

ppb V : Partie par billion en volume

ppm V : Partie par million en volume

Pz/PZ : Piézomètre

PzR/PZR : Piézair

QD : Quotient de Danger

RDC : Rez-de-chaussée

RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheit en Milieu (agence hollandaise)

TEF : Facteur d'équivalence toxicologique

TGAP : Taxe Générale sur les Activités Polluantes

UPDS : Union des Professionnels de la Dépollution des Sols

US EPA : UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

USID : Unité Soutien de l'Infrastructure

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

RESUME NON TECHNIQUE

L'USID de Pau a missionné DIE Remediation pour la réalisation d'investigations complémentaires et d'un plan de gestion selon l'accord cadre n°2024.1050011174, au droit de l'aire à feux de l'aéroport militaire d'Uzein (64).

En 2019, des investigations sur les sols et les eaux superficielles ont été réalisées par GINGER BURGEAP. Les résultats analytiques ont mis en évidence des impacts significatifs en hydrocarbures dans les sols à proximité du séparateur d'hydrocarbures, au droit de l'aire à feux et dans le fossé de rejet du séparateur. Aucun impact sur les eaux superficielles et les sédiments du *Loupech* n'a été mis en évidence lors de ce diagnostic. Par ailleurs, les eaux souterraines ont, par le passé, présenté des impacts en hydrocarbures (phase flottante et phase dissoute avec des concentrations significatives).

Dans ce contexte, DIE Remediation a réalisé en février 2025 des investigations complémentaires sur les sols, les eaux souterraines ainsi que les eaux superficielles et les sédiments du bassin de l'aire à feux afin, notamment, de délimiter les impacts identifiés dans les sols, caractériser les sols au regard des anciennes activités recensées sur la zone (problématique PFAS) et caractériser la qualité actuelle des eaux souterraines au droit du site ainsi que celle des eaux du bassin.

Un plan de gestion a été mené en juin 2025, sur la base de ces résultats analytiques, qui a notamment conclu à la présence de zones de pollutions concentrées en hydrocarbures et/ou en PFAS dans les sols et à la nécessité de réaliser des investigations complémentaires pour délimiter les impacts en PFAS dans les sols et les gaz du sol.

Des investigations complémentaires ont donc été réalisées par DIE Remediation en juillet 2025 sur les sols et les gaz du sol. Les résultats analytiques ont montré des concentrations en PFAS dans les sols entre 1 et 3 m de profondeur supérieures à celles mesurées lors des investigations initiales entre 0 et 1 m de profondeur. Ces composés ont également été détectés dans les gaz du sol.

Ainsi, sur la base des nouvelles données analytiques obtenues, le plan de gestion a été mis à jour par DIE Remediation en octobre 2025. C'est l'objet du présent rapport.

Une reconversion de ce site en espaces verts (dans l'enceinte de l'aéroport militaire) ou pour un usage de type industriel (hangar) est prévue. Conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués en vigueur[1], lorsqu'un ancien terrain industriel (installation classée ou non) fait l'objet d'un projet de réhabilitation, la réalisation d'un plan de gestion est requise.

Les objectifs de ce plan de gestion sont :

- De vérifier la compatibilité sanitaire du site en l'état avec les usages futurs envisagés ;
- De définir, les objectifs de réhabilitation du site ;
- Si nécessaire, de déterminer les mesures de gestion des pollutions et/ou des risques permettant de rendre le site compatible avec l'usage et avec la notion d'amélioration de la qualité des milieux ;
- De réaliser un bilan coûts/avantages de ces solutions de gestion des pollutions et/ou des risques ;

[1] Texte de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 accessibles sur le site : http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Methodo_SSP_2017.pdf

- De fournir les risques résiduels attendus après mise en œuvre des solutions de gestion des risques ;
- De fournir le modèle de fonctionnement du site.

En cohérence avec les recommandations de la méthodologie nationale en vigueur et compte tenu des impacts identifiés à l'issue des dernières investigations, un plan de gestion a été réalisé afin :

- De **maitriser les pollutions concentrées** identifiées sur le site ;
- De **maitriser les impacts sanitaires** des pollutions repérées sur le site compte tenu des usages envisagés ;
- De **maitriser les impacts environnementaux** résiduels après traitement des pollutions concentrées.

Les résultats d'analyse des composés dans les sols mettent en évidence la présence de concentrations significatives en hydrocarbures C_5-C_{40}, BTEX, naphtalène et PFAS. Les concentrations en hydrocarbures sont principalement retrouvées entre 1 et 3 m de profondeur. En ce qui concerne les PFAS, les impacts dans les sols ne sont pas délimités verticalement puisqu'aucune analyse n'a été réalisée au-delà de 3 m, ni horizontalement au nord et à l'est de l'aire à feux. Des PFAS ont été mis en évidence dans les eaux souterraines et les gaz du sol.

En cohérence avec la méthodologie en vigueur, DIE Remediation a, en premier lieu, cherché à définir les « pollutions concentrées ». D'après l'analyse statistique simple et l'analyse cartographique réalisées par DIE Remediation, les seuils de coupure permettant de définir les zones d'intérêt à traiter dans le cadre de la maîtrise des pollutions concentrées sont les suivants :

- HC C_5-C_{10} : 250 mg/kg ;
- HC C_{10}-C_{40} : 1 000 mg/kg ;
- 30 PFAS : 90 ou 150 µg/kg.

Ces seuils de coupure permettraient également le traitement des sols concernés par des teneurs anomaliques en naphtalène et BTEX.

En parallèle, une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires a été menée dans le cadre de la maîtrise des impacts sanitaires, sur la base des concentrations mesurées à ce jour sur le site, pour déterminer dans quelles mesures la gestion des pollutions concentrées serait contrainte par des enjeux sanitaires et si la qualité du milieu souterrain est compatible d'un point de vue sanitaire avec les usages envisagés.

L'analyse des enjeux sanitaires a été menée pour un usage industriel et un usage industriel en extérieur au sens du décret n°2022-1588 du 19 décembre 2022 relatif à la définition des types d'usages dans la gestion des sites et sols pollués.

L'usage industriel pourra avoir lieu dans de nouvelles constructions en tout point du site et autorisées par le PLU, dans des bâtiments construits sans niveau de sous-sol (configuration la plus pénalisante).

Les calculs de risques ont été réalisés pour :

- Un **scénario industriel en intérieur**, pour des **travailleurs** potentiellement exposés par ingestion de sols et poussières et par inhalation de vapeurs issues du dégazage du milieu souterrain à l'intérieur des bâtiments ;
- Un **scénario industriel en extérieur**, pour des **travailleurs** du site fréquentant la zone et des **travailleurs en charge de l'entretien des espaces verts**, et potentiellement exposés par ingestion de sols et poussières et par inhalation de vapeurs issues du dégazage du milieu souterrain en extérieur.

Au regard des données disponibles, des calculs réalisés, des hypothèse retenues, et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site **serait ainsi compatible du point de vue sanitaire avec un usage futur de type :**

- **Industriel en intérieur (bureau ou hangar)** en rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol, sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - **vérification du potentiel de dégazage des composés volatils** au droit des concentrations maximales actuelles ou résiduelles dans les sols et les eaux souterraines. Si cette vérification n'est pas possible, des dispositions constructives visant à limiter l'intrusion ou l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment devront être envisagées (mise en place de mesures constructives au droit du futur hangar ou suppression de tout cloisonnement dans le futur hangar) ;
  - **recouvrement des sols hors bâti** sur tout ou partie de la zone d'étude (selon les concentrations en PFAS mesurées dans les sols) par une couche de matériaux d'apport de qualité contrôlée et compatible avec cet usage d'au moins 30 cm, de l'enrobé ou une dalle béton ;
- **Industriel en extérieur** (espaces verts).

Concernant les PFAS, pour la définition des surfaces et volumes des zones de pollutions concentrées, plusieurs hypothèses ont été retenues :

- Hypothèse réaliste : un seuil de coupure à 90 µg/kg pour les 30 PFAS dans les sols entre 0 et 3 m de profondeur ;
- Hypothèse intermédiaire : un seuil de coupure à 150 µg/kg pour les 30 PFAS dans les sols entre 0 et 3 m de profondeur ;
- Hypothèse optimiste : un seuil de coupure à 150 µg/kg pour les 30 PFAS dans les sols entre 2 et 3 m de profondeur, basé sur le constat que les concentrations pour les 30 PFAS entre 1 et 2 m de profondeur au droit de SC3 et SC4 sont inférieures à 150 µg/kg.

Sur la base des seuils de coupure définis et des hypothèses précédentes, **6 à 9 zones de pollutions concentrées (ZPC)** représentant au total **entre 3 951 et 5 625 tonnes** de sols seraient concernées.

L'**évaluation des avantages et inconvénients des meilleures technologies** disponibles, au regard de l'ensemble des contraintes et enjeux propres au site, a conduit à retenir l'hypothèse optimiste (6 ZPC pour 3 651 tonnes de terres) et les techniques de traitement par **excavation et évacuation hors site (biocentre, ISDND et/ou ISDD)**, sous réserve de l'acceptation des terres par les filières vis-à-vis des concentrations en PFAS (inférieures ou supérieures au seuil de coupure)**, pour les terres impactées par des hydrocarbures et/ou des PFAS**.

La durée d'un tel projet, sur la base des hypothèses évoquées ci-dessus, est estimée égale à environ **6 semaines.** Le coût estimatif de l'ensemble des travaux est supposé compris **entre 440 et 540 k€ HT (hors coût liés au rabattement de nappe lors des excavations et hors surcoûts liés à un confortement de fouilles).**

La réalisation d'un PCT intégrant la recherche et la consultation des filières, des investigations complémentaires voire des essais pilotes sera nécessaire, afin de s'assurer de la faisabilité et des performances des techniques pressenties, et d'affiner leur dimensionnement.

Enfin, DIE Remediation rappelle qu'à l'heure actuelle, bien que certains biocentres puissent accepter les terres impactées en PFAS, les bactéries ne peuvent pas dégrader les PFAS. Ce type d'exutoire n'est donc pas conseillé en première approche, pour éviter que les terres traitées ne soient considérées comme des matériaux d'apport jugés « inertes » étant donné l'absence de seuil réglementaire pour les PFAS, et revalorisées alors que les PFAS peuvent toujours générer des risques en fonction des usages et conditions de revalorisation.

Au regard de la nouveauté et du manque de retour d'expérience de tous les acteurs des sites et sols pollués dans la gestion de cette famille de composés, les coûts, les seuils d'acceptation ainsi que les méthodes sont susceptibles de très vite évoluer et ne sont valables qu'au moment de la rédaction du présent rapport. DIE Remediation ne saurait être tenu responsable en cas d'évolution des coûts et seuils filières.

Enfin, rappelons que le producteur de déchets reste responsable du devenir de ces déchets même après leur acceptation par une filière et qu'il doit donc s'assurer qu'elles seront éliminées ou valorisées dans le respect des obligations de protection de la santé humaine et de l'environnement. A défaut, il pourra devoir reprendre en charge les terres en question même après leur acceptation.

Compte-tenu des technologies pressenties à ce stade, de l'état actuel des connaissances sur les composés visés, les **objectifs de réhabilitation** qui peuvent être proposés, pour les zones traitées par excavation et évacuation en filière autorisée de traitement/stockage hors site, sont :

- les seuils de coupure proposés dans les sols pour les hydrocarbures C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40} en première approche pour la réception des flancs et fonds de fouille ;
- l'atteinte des limites de bords et de fonds de fouilles définies par le présent plan de gestion pour les zones de pollutions concentrées en PFAS. Des prélèvements et analyses de contrôle pourront néanmoins être réalisés. En cas de concentrations aberrantes pour les 30 PFAS, c'est-à-dire supérieures à 300 µg/kg (140% de la concentration maximale actuelle mesurée sur le site (211 µg/kg) - incertitude laboratoire moyenne de 40%), des surexcavations pourront être envisagées.

Les hypothèses, recommandations, restrictions d'usage et servitudes énoncées aux paragraphes 8, 10 et 11devront être respectées.

SYNTHESE TECHNIQUE

CONTEXTE GENERAL	
Maitre d'Ouvrage	USID de Pau
Adresse du site	Aéroport militaire d'Uzein (64)
Parcelles cadastrales	Partie de la parcelle n°00017 section AM
Superficie	8 500 m²
Propriétaire actuel	USID de Pau
Usage et exploitant actuels	USID de Pau – Aire à feux de l'aéroport militaire
Contexte de l'étude	Reconversion de la zone
Etudes réalisées	PG - Plan de gestion A320 – Analyse des enjeux sanitaires A330 – Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages
CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	
Historique du site	• Aire à feux présente depuis 1993 ; • Activité soumise à déclaration au titre de ICPE ; • Fin d'activité de l'aire à feux en 2007 ; • Cessation d'activité officiellement actée en août 2016.
Contexte géologique	• Couche enherbée ou d'enrobé suivi de remblais de construction sur un maximum de 0,4 m depuis la surface ; • Couche d'argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m de profondeur ; • Limons plus ou moins sablo-graveleux jusqu'à 7 m de profondeur.
Contexte hydrogéologique	• Première nappe rencontrée au droit du site constituée par les molasses du bassin de l'Adour et alluvions anciennes de Piémont • Ecoulement des eaux souterraines orienté vers le nord-ouest • Niveau d'eau vers 3 m de profondeur d'après investigations de février 2025
Contexte hydrologique	Le ***Loupech*** localisé à 160 m au nord du site
Impacts identifiés lors des études antérieures	Impacts significatifs en HC C_5-C_{40} et PFAS dans les sols Présence de PFAS dans les eaux souterraines et les gaz du sol
RESULTATS	
Pollutions concentrées	Pollutions concentrées en HC C_5-C_{40} et PFAS dans les sols. Seuils de coupure provisoires proposés par analyses statistique et cartographique : • HC C_5-C_{10} : 250 mg/kg • HC C_{10}-C_{40} : 1 000 mg/kg • PFAS : 90 ou 150 µg/kg
Usages futurs	Hangar ou espaces verts
Scénarios et cibles étudiées	Industriel en intérieur (bureau ou hangar) sur site avec travail dans des bâtiments sans niveau de sous-sol, pour les travailleurs Industriel en extérieur (espaces verts) pour les travailleurs du site fréquentant la zone et les travailleurs en charge de l'entretien des espaces verts
Voies d'exposition étudiées	Ingestion de sol et de poussières Inhalation de composés volatils issus des sols et des eaux souterraines dans l'air intérieur des futurs bâtiments Inhalation de composés volatils issus des sols et des eaux souterraines dans l'air extérieur

Concentrations d'entrée des calculs de risques sanitaires	Inhalation en intérieur : concentrations maximales actuelles dans les sols et les eaux souterraines Ingestion de sol : concentrations moyennes actuelles dans les sols Inhalation en extérieur : concentrations moyennes actuelles dans les sols et les eaux souterraines, concentrations maximales dans les gaz du sol
Résultats des calculs de risques sanitaires	Scénario industriel en intérieur (bureau) (travailleurs) : QD : [2,25-5,25] > 1 (valeur de référence) ERI : $4{,}02.10^{-5} > 10^{-5}$ (valeur de référence) Scénario industriel en intérieur (hangar) (travailleurs) : QD : [0,60-0,62] > 1 (valeur de référence) ERI : $1{,}00.10^{-5} > 10^{-5}$ (valeur de référence) Scénario industriel en extérieur (travailleurs) : QD : [0,24-0,25] < 1 (valeur de référence) ERI : $7{,}5.10^{-6} < 10^{-5}$ (valeur de référence) Scénario industriel en extérieur (travailleurs en charge des espaces verts) : QD : 0,07 < 1 (valeur de référence) ERI : $2{,}45.10^{-6} < 10^{-5}$ (valeur de référence)
Mesures de gestion pour le scénario industriel	• **vérification du potentiel de dégazage des composés volatils** au droit des concentrations maximales actuelles ou résiduelles dans les sols et les eaux souterraines et/ou au droit du futur bureau. Si cette vérification n'est pas possible, des dispositions constructives visant à limiter l'intrusion ou l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment devront être envisagées (mise en place de mesures constructives au droit du futur hangar ou suppression de tout cloisonnement dans le futur hangar) ; • **recouvrement des sols hors bâti** sur tout ou partie de la zone d'étude (selon les concentrations en PFAS mesurées dans les sols) par une couche de matériaux d'apport de qualité contrôlée et compatible avec cet usage d'au moins 30 cm, de l'enrobé ou une dalle béton ;
Hypothèses de calculs	• Bâtiment(s) à usage industriel, sans niveau de sous-sol ; • Usage industriel en extérieur (espaces verts) ; • Taux de ventilation minimum des locaux de 12 v/j (bureau RDC) ; • Absence de logements (de fonction ou autres) ; • 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.
Masses de sol à traiter	Sur la base des seuils de coupure de pollutions concentrées définis, **6 zones à traiter**, représentant **environ 3 951 tonnes de terres**

Bilan coûts/avantages	Options de gestion retenues pour les terres impactées par des hydrocarbures et/ou des PFAS : • **excavation et évacuation hors site** (biocentre, ISDND et/ou ISDD), **sous réserve de l'acceptation des terres par les filières vis-à-vis des concentrations en PFAS (inférieures ou supérieures au seuil de coupure)** ; La durée d'un tel projet, sur la base des hypothèses évoquées ci-dessus, est estimée égale à environ **6 semaines.** Le coût estimatif de l'ensemble des travaux est supposé compris **entre 440 et 540 k€ HT (hors coût liés au rabattement de nappe lors des excavations et hors surcoûts liés à un confortement de fouilles) ;** **Pour rappel, si certains biocentres peuvent accepter les terres impactées en PFAS, les bactéries ne peuvent pas dégrader ces molécules. Ce type d'exutoire n'est donc pas conseillé, afin d'éviter tout risque de valorisation de terres contenant encore des PFAS et susceptibles de générer des enjeux pour la santé ou l'environnement.**
Objectifs de réhabilitation	Compte-tenu des technologies pressenties à ce stade, de l'état actuel des connaissances sur les composés visés, les **objectifs de réhabilitation** qui peuvent être proposés, pour les zones traitées par excavation et évacuation en filière de traitement/stockage hors site, sont : • les seuils de coupure proposés dans les sols pour les hydrocarbures C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40} en première approche pour la réception des flancs et fonds de fouille ; • l'atteinte des limites de bords et de fonds de fouilles définies par le présent plan de gestion pour les zones de pollutions concentrées en PFAS. Des prélèvements et analyses de contrôle pourront néanmoins être réalisés. En cas de concentrations aberrantes pour les 30 PFAS, c'est-à-dire supérieures à 300 µg/kg (140% de la concentration maximale actuelle mesurée sur le site (211 µg/kg) - incertitude laboratoire moyenne de 40%), des surexcavations pourront être envisagées.
RECOMMANDATIONS	
Mémoire du site	Devoir d'information des propriétaires et des occupants du site de l'existence et du contenu des restrictions ou servitudes
Investigations complémentaires	**Investigations complémentaires sur les sols** pour affiner les volumes à traiter (délimitations horizontale et verticale) et pour la consultation des filières d'évacuation (analyses ISDI complémentaires) **Réalisation de piézairs et prélèvement des gaz du sol** au droit des concentrations maximales actuelles ou résiduelles dans les sols et les eaux souterraines
Surveillance des eaux souterraines	Un **suivi de qualité de la nappe souterraine** devra être assuré au droit des piézomètres présents sur site (PZ4, PZ5 et PZ6), ainsi qu'au droit des piézomètres existants en amont et aval du site, notamment afin de vérifier la présence d'un panache en PFAS dans les eaux souterraines et d'observer une éventuelle amélioration de la qualité des eaux souterraines suites aux travaux de réhabilitation.
Réalisation d'un PCT (liste non exhaustive)	• Essai de pompage pour rabattement de nappe en cas d'excavations sous eau ; • Consultation des exutoires à proximité pour vérifier que les terres à évacuer (notamment concernant les PFAS) sont acceptables en biocentre, en ISDND et en ISDD, et sous quelles conditions.
Transports des terres excavées	Le transport des déchets à destination des centres de stockage ou de traitement habilités devra être réalisé conformément aux règles de l'art et réglementation en vigueur en particulier vis-à-vis du transport de déchets et des surcharges adaptées au trafic routier.

Gestion des terres excavées	Gestion des déblais suivant la réglementation en vigueur.
Remblaiement des fouilles	Dans le cas d'un traitement hors site, remblaiement des fouilles par des matériaux ayant les mêmes caractéristiques lithologiques que ceux en place initialement.
Restriction d'usage et servitudes liées aux mesures de gestion	
Suivi des travaux de remise en état environnemental	Réalisation de prélèvements de contrôle de réception de réhabilitation **Une attention particulière sera portée en fond de fouille de la zone H, avec un maillage resserré de prélèvements en fond de fouille afin de vérifier l'absence d'hydrocarbures à des concentrations supérieures aux objectifs de réhabilitation entre 3 et 4 m de profondeur. Si des concentrations supérieures aux objectifs de réhabilitation étaient détectées, des surexcavations verticales ou latérales seraient à prévoir.**

1 INTRODUCTION ET CADRE

1.1 CADRE ET OBJECTIFS DE LA MISSION

Dans le cadre de la reconversion de l'aire à feux de l'aéroport militaire d'Uzein (64), l'USID de Pau a mandaté DIE Remediation pour la réalisation d'investigations complémentaires et d'un plan de gestion selon l'accord cadre n°2024.1050011174.

En 2019, des investigations sur les sols et les eaux superficielles ont été réalisées par GINGER BURGEAP (rapport n°CESISO183349 / RESISO9352-02 en date du 30/07/2019). Les résultats analytiques ont mis en évidence des impacts significatifs en hydrocarbures dans les sols à proximité du séparateur d'hydrocarbures, au droit de l'aire à feux et dans le fossé de rejet du séparateur. Aucun impact sur les eaux superficielles et les sédiments du *Loupech* n'a été mis en évidence lors de ce diagnostic. Par ailleurs, les eaux souterraines, ont, par le passé, présenté des impacts en hydrocarbures (phase flottante et phase dissoute avec des concentrations significatives).

Dans ce contexte, DIE Remediation a réalisé en février 2025, des investigations complémentaires sur les sols, les eaux souterraines ainsi que sur les eaux superficielles et les sédiments du bassin de l'aire à feux afin, notamment, de délimiter les impacts identifiés dans les sols, caractériser les sols au regard des anciennes activités recensées sur la zone (problématique PFAS) et caractériser la qualité actuelle des eaux souterraines au droit du site ainsi que celle des eaux du bassin.

Un plan de gestion a été mené en juin 2025, sur la base de ces résultats analytiques, qui a notamment conclu à la présence de zones de pollutions concentrées en hydrocarbures et/ou en PFAS dans les sols et à la nécessité de réaliser des investigations complémentaires pour délimiter les impacts en PFAS dans les sols et les gaz du sol.

Des investigations complémentaires ont donc été réalisées par DIE Remediation en juillet 2025 sur les sols et les gaz du sol. Les résultats analytiques ont montré des concentrations en PFAS dans les sols entre 1 et 3 m de profondeur supérieures à celles mesurées lors des investigations initiales entre 0 et 1 m de profondeur. Ces composés ont également été détectés dans les gaz du sol.

Ainsi, sur la base des nouvelles données analytiques obtenues, le plan de gestion a été mis à jour par DIE Remediation en octobre 2025. C'est l'objet du présent rapport.

Une reconversion de l'aire à feux en espaces verts (de l'aéroport militaire) ou pour un usage de hangar industriel est prévue. Conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués en vigueur[2], lorsqu'un ancien terrain industriel (installation classée ou non) fait l'objet d'un projet de réhabilitation, la réalisation d'un plan de gestion est requise.

Ce plan de gestion a été réalisé conformément au devis DIE Remediation n°Invest complémentaire_UZEIN_AIRE à feux_Proposition_D002_v2_010725 du 20 juin 2025.

Les objectifs du plan de gestion sont :

- De vérifier la compatibilité sanitaire du site en l'état avec les usages futurs envisagés ;
- Si nécessaire, de déterminer les mesures de gestion des risques permettant de rendre le site compatible avec l'usage et avec la notion d'amélioration de la qualité des milieux,
- De réaliser un bilan coûts/avantages de ces solutions de gestion des risques,

[2] Texte de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 accessibles sur le site : http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Methodo_SSP_2017.pdf

- De fournir les risques résiduels attendus après mise en œuvre des solutions de gestion des risques,
- De fournir le modèle de fonctionnement du site.

Le présent rapport (indissociable des annexes associées) a donc pour objet de présenter le plan de gestion du site pour un usage industriel avec espace vert et/ou hangar.

1.2 CADRE NORMATIF ET METHODOLOGIE GENERALE

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 1 d'avril 2023 du Ministère en charge de l'Environnement ;
- 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 :
  - Analyse des enjeux sanitaires (A320)
  - Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages (A330)
- Le décret n° 2022-1588 du 19 décembre 2022 relatif à la définition des types d'usages dans la gestion des sites et sols pollués, et son guide d'accompagnement établi par l'INERIS (rapport Ineris - 213282 - 2759342 - v3.0 du 25/05/2023)

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 DIE Remediation a obtenu la certification :

- Pour le domaine **Etudes, Assistance et Contrôle** : certificat n° 38526-1 valable jusqu'au 28 juin 2030 ;
- Pour le domaine **Ingénierie des travaux de réhabilitation** : certificat n° 38527-1 valable jusqu'au 28 juin 2030 ;
- Pour le domaine **Exécution des travaux de réhabilitation** : certificat n° 38528-1 valable jusqu'au 28 juin 2030 ;

1.3 LIMITES ET EXCLUSIONS

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

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

- La réalisation d'investigations complémentaires sur ou hors site ;
- La réalisation d'une IEM ou d'un plan de gestion hors site ;
- La prise en compte d'autres scénarios ou voies d'exposition que ceux prévus dans l'offre ;
- La mise à jour des calculs de risques en cas de changements dans le projet d'aménagement ou d'acquisition de nouvelles données ;
- La constitution des dossiers éventuels de demande de servitudes ;
- Le chiffrage détaillé des travaux à réaliser dans le cadre de la réhabilitation ou de la gestion des déblais ;
- 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
- La réalisation d'une ATTES-ALUR, ATTES-SECUR, ATTES-MEMOIRE ou ATTES-TRAVAUX.

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.

2 RAPPEL DES DONNEES CONCERNANT LE SITE

L'ensemble des données présentées ci-après est notamment issu des rapports :

- « Diagnostic environnemental initial et complémentaire » réalisé par DIE Remediation n°RM240147A – USID – Aire à feux_UZEIN_V1 (en cours) ;
- « Réalisation d'un schéma conceptuel » réalisé par GINGER BURGEAP n°CESISO183349 / RESISO9352-02 en date du 30/07/2019.

Pour davantage d'informations, le lecteur pourra se référer à ces documents.

2.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

2.1.1 Localisation géographique, description du site et historique du site

Le site d'étude correspond à l'aire à feux utilisée par les pompiers de l'aérodrome militaire d'Uzein. Il occupe une partie de la parcelle n°00017 de la section AM sur la commune de Sauvagnon (64).

Les Figure 1 et Figure 2 présentent la localisation de la zone d'étude.

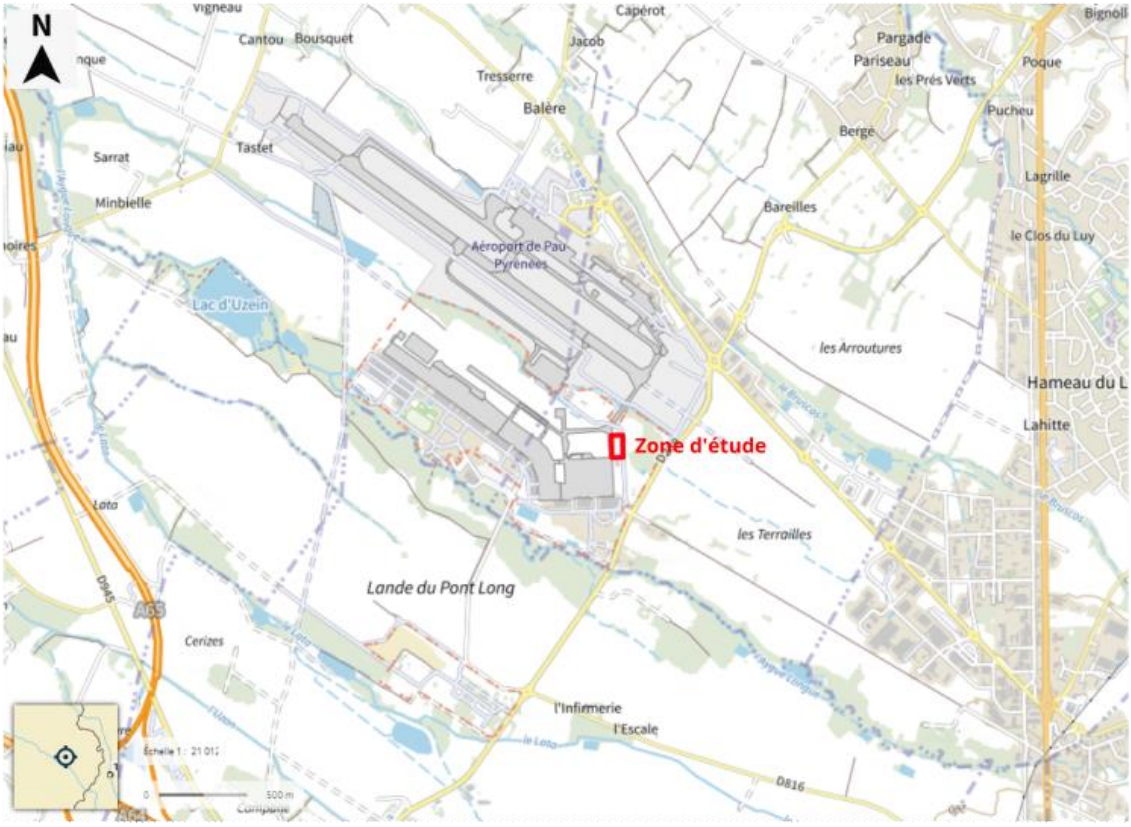


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur extrait de carte IGN (source : Géoportail modifié, 2025)



Figure 2 : Localisation de la zone d'étude sur vue aérienne (source : Géoportail modifié, 2025)

L'aire à feux, d'une superficie d'environ 8 500 m², est localisée à l'est de l'aérodrome militaire d'Uzein depuis 1993. Elle n'est plus en activité depuis 2007.

L'activité était soumise à déclaration au titre des ICPE (rubrique 2910-A-2). La cessation d'activité a été officiellement actée par l'administration du Ministère des Armées le 8 août 2016.

L'aire à feux comprend actuellement :

- une aire à feux pour les exercices à grande échelle (bassin bétonné avec lame d'eau de faible hauteur) : la mise à feu du bassin était faite après ajout de kérosène sur la lame d'eau. Les exercices d'extinction étaient réalisés avec l'emploi des canons à mousse des camions de pompier ;
- une aire à feux bétonnée pour les exercices à petite échelle (zone bétonnée avec 3 murets) qui correspond à une zone d'entrainement pour extinction de feux à l'aide d'extincteurs manuels ;
- une aire de manœuvres recouverte d'une surface carrossable (type enrobé) ;
- un séparateur à hydrocarbures ;
- une cuve aérienne de 5 000 litres de kérosène avec rétention et toit ;
- une canalisation enterrée reliant la cuve de kérosène et l'aire de feu ;
- une zone enherbée avec voie d'accès à la cuve.



Figure 3 : Localisation des installations sur vue aérienne (source : orthophotographie de l'IGN de 2018 modifiée, 2025)

2.1.2 Géologie et nature des sols

2.1.2.1 Contexte géologique

D'après le rapport GINGER BURGEAP de 2019 : sur la base de la carte géologique n°1029 de Pau au 1/50 000e et les données archivées sur le serveur de la banque de données Infoterre, le site se trouverait au droit des alluvions du Mindel (nappe de Pont Long).

2.1.2.2 Coupes lithologiques

Lors de l'implantation du piézomètre Pz2 par ECR ENVIRONNEMENT en 2018, en bordure sud du site d'étude, la succession de lithologie suivante a été relevée, depuis la surface :

- limons argileux jusqu'à 1,5 m de profondeur ;
- argiles marron clair jusqu'à 4,2 m de profondeur ;
- argiles sableuses à graviers marron jusqu'à 9 m de profondeur (fin du sondage).

Lors des investigations menées par GINGER BURGEAP en 2019, la succession de lithologie suivante a été mise en évidence :

- argiles noires, entre la surface et 1 m de profondeur ;
- limons argileux jaunes au-delà.

Dans le cadre des investigations réalisées par DIE Remediation en février 2025, l'analyse de l'ensemble des relevés des terrains a mis en évidence la coupe lithologique suivante, depuis la surface :

- une couche enherbée ou d'enrobé suivi de remblais de construction (sables et graviers) sur un maximum de 0,4 m depuis la surface ;
- une couche d'argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m de profondeur. Cette couche évolue graduellement en argile ocre et humide allant jusqu'à 2,5 à 3,8 m de profondeur ;
- des limons plus ou moins sablo-graveleux sur le reste des investigations, allant jusqu'à 7 m de profondeur.

Les observations de terrain et les coupes lithologiques réalisées au droit du site sont cohérentes avec le contexte géologique local décrit précédemment.

2.1.3 Hydrologie

Le site d'étude est localisé à :

- 160 m au sud du cours d'eau de *Loupech*, qui s'écoule vers le nord-ouest et ne présenterait pas d'usage notable à l'exception d'une mare privée située en aval hydraulique ;
- 600 m au sud du cours d'eau *Le Bruscos*. Ce cours d'eau s'écoule vers le nord-ouest et ne présenterait pas d'usage notable ;
- 600 m au nord du cours d'eau *l'Ayguelongue*. Ce cours d'eau s'écoule vers le nord-ouest et pourrait être utilisé ponctuellement pour la pêche de loisirs.

2.1.4 Hydrogéologie

D'après les données du SIGES (Système d'Information Géographique des Eaux Souterraines), le premier aquifère rencontré au droit du site serait constitué par les molasses du bassin de l'Adour et alluvions anciennes de Piémont.

A noter que dans le cadre d'un diagnostic de pollution, ECR ENVIRONNEMENT a posé des piézomètres complémentaires et mené une campagne d'investigation sur les eaux souterraines de 10 piézomètres.

Les niveaux piézométriques mesurés sur ces ouvrages et les sens d'écoulement de la nappe la plus superficielle sont représentés sur la figure suivante.



Figure 4 : Carte piézométrique issue du diagnostic réalisé par ECR ENVIRONNEMENT en 2018 (source : rapport GINGER BURGEAP n°CESISO183349 / RESISO09352-02 en date du 30/07/2019)

La nappe semble être drainée par le ruisseau du *Loupech* au nord et par *l'Ayguelongue* au sud (traits bleu clair sur le plan ci-dessus). **L'écoulement des eaux souterraines au droit du site serait orienté vers le nord-ouest**.

2.2 INVESTIGATIONS REALISEES AU DROIT DU SITE

2.2.1 Rapport de diagnostic environnemental réalisé par SOLS ET EAUX ENVIRONNEMENT en 2007

Le diagnostic réalisé au droit de notre zone d'étude a consisté en la réalisation de :

- **7 sondages à la tarière mécanique** et **7 analyses de sol** pour analyse des HCT et BTEX. Le nom des sondages n'est pas connu ;
- **3 piézomètres** (PZ2 à PZ4) et prélèvement et analyse de ces ouvrages. Le détail des analyses réalisées n'est pas connu.

Globalement, les investigations sur les sols n'ont pas mis en évidence d'impacts significatifs en hydrocarbures dans les sols (maximum de 740 mg/kg). Les investigations sur les eaux souterraines ont mis en évidence la présence d'hydrocarbures en phase flottante en aval hydraulique de la cuve d'hydrocarbures, et de teneurs significatives en hydrocarbures et BTEX en phase dissoute.

Au regard de l'ancienneté et du manque des détails de ces données, les résultats d'analyses issus du diagnostic environnemental de SOLS ET EAUX ENVIRONNEMENT de 2007 ne seront pas exploités dans le cadre du présent plan de gestion.

2.2.2 Surveillance des eaux souterraines entre 2016 et 2018

Les eaux souterraines ont fait l'objet d'une surveillance annuelle à l'échelle de l'ensemble du 5e RHC (Régiment d'Hélicoptères de Combat) de décembre 2016 jusqu'à au moins décembre 2018.

Les résultats analytiques ont mis en évidence la présence d'hydrocarbures à des teneurs significatives en aval hydraulique de la zone d'étude, en diminution depuis 2016. Les BTEX ont été occasionnellement détectés au droit des ouvrages.

Ce sont les seules informations à notre disposition.

2.2.3 Rapport de schéma conceptuel réalisé par GINGER BURGEAP en juillet 2019

Un diagnostic environnemental a été réalisé par GINGER BURGEAP en 2019 en vue d'établir un schéma conceptuel.

Les investigations ont consisté en la réalisation de :

- **3 sondages de sol à la pelle mécanique** (S1 à S3) jusqu'à 3,6 m de profondeur et **12 sondages de sol à la tarière mécanique** (S4 à S15) jusqu'à 3 m de profondeur. **27 échantillons de sol ont été prélevés pour analyse** en tout ou partie des HC C_5-C_{40}, HAP, BTEX, ETM et COHV. Un témoin a également été réalisé ;
- **2 échantillons d'eau superficielle** (LOUPECH AMONT et LOUPECH AVAL) et **2 échantillons de sédiments** (LOUPECH AMONT et LOUPECH AVAL) au droit du ruisseau localisé à proximité du site et qui draine les eaux souterraines : le Loupech.

Les résultats analytiques ont mis en évidence :

- des **teneurs en ETM dans les sols dans la gamme du fond géochimique national** à l'exception de quelques échantillons pour certaines teneurs en cuivre ou cadmium. L'échantillon témoin n'a pas mis en évidence de fond géochimique remarquable.
- des **impacts significatifs en hydrocarbures dans les sols** au nord-ouest de l'aire de feux, à proximité du séparateur à hydrocarbures et en aval du rejet du séparateur à hydrocarbures. La concentration maximum en HC C_{10}-C_{40} est égale à 3 250 mg/kg ;
- des teneurs en HAP totaux dans les sols qui ne dépassent pas le fond considéré en milieu urbain. Le naphtalène est le composé prépondérant ;
- des **teneurs en BTEX significatives dans les sols**, associées aux fortes teneurs en hydrocarbures ;
- une absence de détection pour les COHV dans les sols ;
- aucun impact imputable à la zone d'étude dans les eaux superficielles et les sédiments du *Loupech*.

2.2.4 Rapport de diagnostic environnemental réalisé par DIE Remediation en février 2025

Les investigations environnementales réalisées par DIE Remediation en février 2025 au droit du site ont consisté en :

- **6 sondages** de sol à la tarière mécanique jusqu'à 2 à 5 m de profondeur (S16 à S21) pour **délimiter les impacts identifiés en hydrocarbures et la recherche des PFAS autour de l'aire à feux**. 23 échantillons de sol ont été prélevés ;
- **5 sondages** de sol à la tarière mécanique jusqu'à 2 m de profondeur (S22 à S26) pour **compléter les analyses sur les PFAS et les dioxines/furanes**. 15 échantillons de sol ont été prélevés ;
- **4 sondages** de sol à la tarière mécanique jusqu'à 5 à 7 m de profondeur (S27 à S30) pour **délimiter les impacts autour du séparateur à hydrocarbures et la recherche des PFAS**. 27 échantillons de sol ont été prélevés ;
- **1 sondage** de sol à la tarière mécanique à 2 m de profondeur (S31) pour **caractériser les sols à proximité de la canalisation enterrée**. 2 échantillons de sol ont été prélevés ;
- **3 sondages** de sol à la tarière manuelle jusqu'à 0,5 m de profondeur (S32 à S34) pour la **recherche des PFAS sur la zone enherbée autour des aires à feux**. 3 échantillons de sol ont été prélevés ;
- **2 sondages** de sol à la tarière manuelle jusqu'à 0,5 m de profondeur (S35 à S36) pour **délimiter l'impact en hydrocarbures au droit du fossé et la recherche des PFAS**. 2 échantillons de sol ont été prélevés ;
- la **pose de 2 piézomètres** par ALIOS et DIE Remediation jusqu'à 10 m de profondeur (PZ5 et PZ6) à proximité du séparateur d'hydrocarbures et à l'ouest de la zone d'étude. Une campagne de prélèvement a été réalisée sur ces deux nouveaux ouvrages ainsi que sur PZ4 qui a été réalisé en 2007 ;
- **1 prélèvement des eaux superficielles** et **1 prélèvement de sédiments** au droit du bassin.

Les résultats analytiques ont mis en évidence, pour les **sols** :

- Autour de l'aire à feux (bassin) :

Les teneurs significatives en HC C_{10}-C_{40} observées par GINGER BURGEAP jusqu'à 1 m de profondeur à l'est du bassin, ont été corroborées par les teneurs plus faibles retrouvées par DIE Remediation au droit de la même zone à une profondeur de 1 à 2 m et caractérisent toute deux un impact en surface des sols à l'est du bassin. Des traces en HC C_5-C_{40} sont observées sur l'ensemble de la zone étendue du bassin de l'aire à feu.

Les teneurs significatives en PFAS, et en particulier en PFOS caractérisent un impact en surface des sols à proximité immédiate et alentour du bassin par des mousses incendies antérieures à 2011.

- Autour de la petite aire à feux :

Les teneurs significatives en HC C_5-C_{40} observées par GINGER BURGEAP jusqu'à 3 m de profondeur au droit du séparateur à hydrocarbures, ont été corroborées par les teneurs plus faibles retrouvées par DIE Remediation au droit S29 à une profondeur de 2 à 4 m et caractérisent toutes deux un impact des sols au droit du séparateur en hydrocarbures, sans englober la petite aire à feux.

Les teneurs significatives en PFAS, et en particulier en PFOS caractérisent un impact en surface des sols alentours du séparateur et de la petite aire à feux par des mousses incendies antérieures à 2011.

- A proximité de la canalisation enterrée :

Des teneurs notables en HC C_5-C_{10} sont observées au droit de S31 (1-2) sans pour autant définir une zone de pollution concentrée au droit de la canalisation.

- Sur la zone enherbée autour des aires à feux :

Les teneurs en PFAS observées dans la zone étendue de l'aire à feux sont moitié moins importantes qu'au droit des autres zones investiguées, démontrant un impact sur l'ensemble du site d'étude, avec une concentration sur les zones limitrophes aux aires à feux.

- Au droit du fossé :

Les teneurs significatives en HC C_{10}-C_{40} observées par GINGER BURGEAP au droit des fossés n'ont pas été observées lors des investigations réalisées par DIE Remediation.

De même, les concentrations en PFAS retrouvées dans les fossés sont faibles comparées au reste du site, indiquant un transfert peu important des PFAS vers le fossé est.

Concernant les **eaux souterraines**, comme observé lors de la campagne de suivi semestrielle de 2019, les teneurs en HC C_{10}-C_{40} sont restées faibles sur l'ensemble du réseau de piézomètres du site.

Des teneurs significatives en HC C_5-C_{10} sont observées au droit de Pz4 et Pz5 en amont hydrogéologique (entre 552 et 1 360 µg/l), mais ne sont pas retrouvées au droit de Pz6 (piézomètre aval).

Des teneurs notables pour la somme des PFAS sont observées sur les 3 piézomètres prélevés (entre 3 160 et 8 070 ng/l), indiquant un impact significatif de l'ensemble des eaux souterraines du site. Les PFAS retrouvés sont caractéristiques de l'utilisation de mousse à incendie (PFOS, PDPeA et PFHxA). La teneur la moins important en PFAS est située au droit de Pz4.

Concernant les **eaux superficielles du bassin**, la teneur significative observée (1 990 ng/l) pour la somme des PFAS au droit du bassin de l'aire à feux, indique un impact notable des eaux du bassin.

Concernant les **sédiments du bassin**, les concentrations observées en PFAS sont nettement supérieures à celles observées dans les sols sur l'ensemble du site. Un impact important dû aux mousses incendies caractérise les sédiments du bassin de l'aire à feux.

2.2.5 Rapport de diagnostic environnemental complémentaire réalisé par DIE Remediation en juillet 2025

Les investigations environnementales réalisées par DIE Remediation en juillet 2025 au droit du site ont consisté en :

- **5 sondages** de sol à la tarière mécanique jusqu'à 2 à 3 m de profondeur (SC1 à SC5) pour **délimiter les impacts identifiés en PFAS autour de l'aire à feux et d'affiner les zones à traiter et les seuils à atteindre**. 10 échantillons de sol ont été prélevés ;
- **3 sondages** de sol à la tarière mécanique jusqu'à 2 m de profondeur, équipés en piézair, afin de vérifier le potentiel de dégazage des PFAS ;
- **1 campagne de prélèvements des gaz du sol** au droit des 3 piézairs.

Les résultats analytiques ont mis en évidence, pour les **sols** :

- Autour de l'aire à feux (bassin) :

La présence d'impacts en PFAS sur l'ensemble des échantillons analysés avec des teneurs comprises entre 54,54 et 93,24 µg/kg pour la somme des 28 PFAS recherchés, avec comme composés principaux l'acide perfluorooctone (PFOS), le 6:2 FTSA et le 8:2 FTSA.

Les concentrations détectées en SC1 entre 2 et 3 m de profondeur sont similaires à celles mesurées en S20 et S26 entre 0 et 1 m de profondeur.

Les concentrations détectées en SC5 entre 2 et 3 m de profondeur sont légèrement supérieures à celles mesurées en S25 et S17 entre 0 et 1 m de profondeur.

Globalement ces données complémentaires viennent confirmer la présence d'un impact en PFAS, et en particulier en PFOS, des sols jusqu'à 3 m de profondeur à proximité immédiate et alentour du bassin par des mousses incendies antérieures à 2011.

- Autour de la petite aire à feux :

Les PFAS ont été recherchés au droit de deux échantillons de sols. Les résultats d'analyses mettent en évidence des teneurs entre 38,54 et 212,5 µg/kg pour la somme des 28 PFAS, avec comme composés principaux l'acide perfluorooctane sulfonique (PFOS) et le 6:2 FTSA.

Globalement ces données complémentaires mettent en évidence des concentrations plus importantes que celles mesurées auparavant et la présence de concentrations non négligeables en PFAS en profondeur jusqu'à 3 m, à savoir le toit de la nappe.

Les teneurs significatives en PFAS, et en particulier en PFOS caractérisent un impact des sols alentours du séparateur et de la petite aire à feux par des mousses incendies antérieures à 2011.

- Sur la zone enherbée autour des aires à feux :

Les résultats analytiques ont mis en évidence des concentrations pour la somme des 28 PFAS comprises entre 10,75 et 183,45 µg/kg avec comme composé principal l'acide perfluorooctane sulfonique (PFOS).

Au droit de SC2, les concentrations mesurées sont du même ordre de grandeur que les concentrations mesurées dans ce secteur.

En revanche, au droit de SC3, les concentrations mesurées sont plus élevées que celles détectées dans le secteur. Une extension des impacts vers le nord est probable, ainsi que jusqu'à 3 m de profondeur (toit de la nappe).

Concernant les **gaz du sol**, les PFAS sont détectés sur les 3 piézairs à des concentrations hétérogènes. Les concentrations les plus importantes sont mesurées au droit de PZR1 localisé au centre des zones de pollutions concentrées, avec une concentration égale à 11,6 µg/m^3 pour la somme des 57 PFAS analysés.

Concernant les **bétons**, des concentrations significatives en PFAS sont observées. En revanche aucun dépassement des seuils ISDI n'est détecté.

3 DEFINITION DU SCHEMA CONCEPTUEL

3.1 CHAMP DE L'ETUDE

La présente étude porte exclusivement sur l'aire à feux de l'aéroport militaire de Uzein. En aucun cas ses conclusions ne pourront être extrapolées à d'autres secteurs/zones de l'aéroport.

3.2 PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ZONE D'ETUDE

Annexe 1 : Schéma conceptuel – usage industriel en extérieur
Annexe 2 : Schéma conceptuel – usage industriel en intérieur

Le site fera l'objet d'une reconversion en espaces verts ou en hangar, dans un contexte restant industriel. Au sens du décret n°2022-1588 du 19 décembre 2022 relatif à la définition des types d'usages dans la gestion des sites et sols pollués, et de son guide d'accompagnement établi par l'INERIS, ce projet correspond à des **usages futurs de type industriel en extérieur (espaces verts) ou industriel (hangar)**.

Aucun plan d'aménagement n'est fixé pour le moment. Aussi, en l'absence de données sur le mode de construction des bâtiments, et par principe de prudence, il sera considéré que les bâtiments seront construits sans niveau de sous-sol (configuration la plus pénalisante pour les expositions).

Par principe de précaution et en première approche, 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…).

3.3 SCENARIOS ETUDIES

Sur la base de ce projet de reconversion tel que fourni par l'USID de Pau, les scénarios envisagés sont :

- un **scénario industriel sur site** (hangar) avec travail dans des bâtiments sans niveau de sous-sol ;
- un **scénario industriel en extérieur** (espaces verts) sur site.

3.4 SOURCES DE POLLUTIONS

Les sources de pollution sont constituées :

- des **sols** contenant des hydrocarbures C_5-C_{40}, des BTEX, des HAP, et des PFAS en phase adsorbée ;
- des **eaux souterraines** contenant des hydrocarbures C_5-C_{40}, du benzène, des HAP et des PFAS en phase dissoute.

3.5 VOIES DE TRANSFERTS ET MILIEUX D'EXPOSITION

Au regard des données disponibles, le **sol** et l'**air ambiant** constituent les deux milieux d'exposition. L'**air ambiant** est potentiellement impacté par le dégazage issu du sol (phase adsorbée et phase gazeuse) et des eaux souterraines.

3.6 CIBLES POTENTIELLES

Les cibles prises en compte dans la présente étude sont :

- **Scénario industriel en intérieur** (hangar) : les travailleurs qui exerceront leur activité professionnelle sur le site, en rez-de-chaussée des bâtiments ;
- **Scénario industriel en extérieur** (espaces verts) :
  - les travailleurs qui fréquenteront ces espaces verts ;
  - les travailleurs en charge de l'entretien des espaces verts.

Ces cibles correspondent aux usagers futurs les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires, puisqu'elles correspondent à un travailleur présent 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,...).

3.7 VOIES D'EXPOSITION POTENTIELLES

3.7.1 Voies d'exposition retenues

Les voies d'exposition retenues sont les suivantes :

- **scénario industriel en extérieur** (espaces verts) :
  - ingestion de sols et de poussières ;
  - inhalation en extérieur de vapeurs provenant du dégazage des sols et des eaux souterraines ;
- **scénario industriel** (hangar) :
  - ingestion de sols et de poussières ;
  - inhalation à l'intérieur des bâtiments de vapeurs provenant du dégazage des sols et des eaux souterraines.

3.7.2 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 vapeurs issues du dégazage des sols et des eaux souterraines à l'extérieur n'a pas été prise en compte pour le scénario industriel en intérieur, 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

Le choix a été fait de se baser sur les recommandations de la méthodologie nationale en vigueur relative aux « modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » par le fait qu'elle 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 de pollution concentrées** : une pollution concentrée correspond à un volume de milieu souterrain à traiter, délimité dans l'espace, au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de ce volume. [3]
- 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 de pollution concentrée, 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 zone 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 zones 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. **C'est cette stratégie qui a été adoptée dans le cadre du plan de gestion**.
- 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.

[3] Guide « Pollution Concentrée » établi par l'UPDS en avril 2016

5 DEFINITION ET CARACTERISATION DES POLLUTIONS CONCENTREES

5.1 PREAMBULE

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 impacts en hydrocarbures C_5-C_{10}, hydrocarbures C_{10}-C_{40}, BTEX, naphtalène et PFAS doivent être étudiées.

Le bilan coûts/avantages (BCA) associé au traitement de ces pollutions concentrées est présenté en chapitre 9.

Préalablement à la réalisation de ce BCA, il est nécessaire de définir et de caractériser les pollutions concentrées. Compte-tenu des éléments qui précèdent, la définition des pollutions concentrées portera sur les hydrocarbures C_5-C_{10}, les hydrocarbures C_{10}-C_{40}, les BTEX, le naphtalène et les PFAS dans les sols.

La méthode suivie par DIE Remediation pour définir les pollutions concentrées 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.

Une pollution concentrée est définie comme un volume de milieu souterrain à traiter, délimité dans l'espace, au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de ce volume. Le milieu souterrain comprend les sols, les eaux souterraines, les gaz du sol. Les substances peuvent y être présentes en phase organique (ou phase huile ou NAPL (Non Aqueous Phase Liquid), dissoute, adsorbée, gazeuse.

Pour caractériser les pollutions concentrées dans les sols, DIE Remediation propose de définir un seuil de coupure, qui est la concentration dans les sols à partir de laquelle et au-dessus de laquelle les sols concernés sont considérés comme devant être traités ou évacués.

Ce seuil est théorique et constitue un seuil de dépollution défini indépendamment :

- De la mobilité des polluants ;
- Des objectifs de qualité des milieux ;
- Des techniques de dépollution disponibles ;
- Des usages du site ;
- Des aménagements actuels ou futurs ;
- Des aspects financiers.
- Ces seuils de coupure théoriques peuvent ensuite être révisés si besoin en fonction des critères précédents, pour définir les objectifs de réhabilitation du site. Ces objectifs sont ensuite 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, pour étayer son argumentation, DIE Remediation a déterminé les seuils de coupure sur la base d'un d'une analyse statistique et d'une analyse cartographique. A cette fin, des cartes d'isoconcentrations ont été réalisées.

Au regard du nombre de données disponibles, la réalisation d'un bilan massique n'a pas été retenue.

Enfin, au regard des teneurs dans les eaux souterraines et de leur homogénéité, notamment en PFAS, à l'échelle de la zone d'étude, il n'a pas paru pertinent de réaliser une détermination de pollutions concentrées dans les eaux souterraines. Les concentrations observées dans les sols sont en effet très vraisemblablement à l'origine des teneurs observées dans les eaux souterraines. Il est donc considéré que le traitement des zones de pollutions concentrées dans les sols, en supprimant les sources de pollution, devrait permettre une amélioration de la qualité des eaux souterraines. Le suivi de la qualité des eaux souterraines permettra de vérifier cette amélioration, et aucun traitement spécifique ciblé sur les eaux souterraines n'est donc envisagé à ce stade.

5.2 DESCRIPTION DES IMPACTS

Les résultats d'analyses des composés dans les sols mettent en évidence la présence de concentrations significatives en hydrocarbures C_5-C_{40}, BTEX, naphtalène et PFAS.

Les concentrations en hydrocarbures et PFAS sont principalement retrouvées entre 1 et 3 m de profondeur.

Les concentrations significatives en BTEX et naphtalène semblent très ponctuelles. Le naphtalène semble être le composé majoritaire parmi les HAP, en plus d'être le plus volatil et le plus problématique, d'un point de vue sanitaire.

En ce qui concerne les PFAS, les impacts dans les sols ne sont pas délimités verticalement puisqu'aucune analyse n'a été réalisée au-delà de 3 m, ni horizontalement au nord et à l'est de l'aire à feux.

Des PFAS ont été mis en évidence dans les eaux souterraines et les gaz du sol.

5.3 ANALYSE STATISTIQUE SIMPLE

5.3.1 Distribution des concentrations dans les sols

Le tableau suivant présente des statistiques simples sur la distribution des concentrations en hydrocarbures C_5-C_{10}, hydrocarbures C_{10}-C_{40}, BTEX, naphtalène et PFAS dans les sols, toutes profondeurs confondues.

ANALYSE STATISTIQUE	HC C_5-C_{10} (MG/KG)	HC C_{10}-C_{40} (MG/KG)	BTEX (MG/KG)	NAPHTALENE (MG/KG)	SOMME DES 30 PFAS (µG/KG)
Nombre de données	43	54	29	30	27
Pourcentage de détection	72%	85%	24%	57%	100%
Concentration maximale	1 810	3 250	7,46	9,8	211,87
Concentration minimale (hors LQ)	1,1	16	0,05	0,051	7,24
Concentration moyenne	130,57	309,28	1,02	1,74	42,2
Percentile 25	13,2	40,875	0,115	0,051	32,57
Percentile 50	58,2	67,2	0,61	1	44,17
Percentile 75	110,5	268,5	1,25	3,6	71,87
Percentile 80	122	379	1,52	3,76	80,42
Percentile 90	246	621,5	4,00	5,18	84,76
Percentile 95	435	1 860	5,73	7,16	154,28

Tableau 1 : Statistiques simples sur la distribution des concentrations dans les sols, toutes profondeurs confondues

D'après cette première analyse, il apparait, notamment que :

- pour les **hydrocarbures C_5-C_{10}** :
  - le composé est détecté sur 72% des échantillons analysés ;
  - la concentration moyenne est plus de deux fois supérieure à la médiane (P50), ce qui montre la présence d'une quantité restreinte de valeurs extrêmes qui influence la moyenne ;
  - 90% des concentrations sont inférieures à 246 mg/kg (percentile 90) et donc que seulement 10% des concentrations se trouvent entre 246 et 1 810 mg/kg (soit 4 échantillons) ;
  - 95% des concentrations sont inférieures à 435 mg/kg (percentile 95) et donc que seulement 5% des concentrations se trouvent entre 435 et 1 810 mg/kg (soit 2 échantillons).

  Cette répartition statistique montre le caractère ponctuel des impacts en hydrocarbures C_5-C_{10} dans les sols à l'échelle de la zone d'étude.
- pour les **hydrocarbures C_{10}-C_{40}** :
  - le composé est détecté sur 85% des échantillons analysés ;
  - la concentration moyenne est presque 5 fois supérieure à la médiane (P50), ce qui montre la présence d'une population de valeurs extrêmes qui influencent fortement la moyenne ;
  - 90% des concentrations sont inférieures à 621 mg/kg (percentile 90) et donc que seulement 10% des concentrations se trouvent entre 621 et 3 250 mg/kg (soit 5 à 6 échantillons) ;
  - 95% des concentrations sont inférieures à 1 860 mg/kg (percentile 95) et donc que seulement 5% des concentrations se trouvent entre 1 860 et 3 250 mg/kg (soit 2 à 3 échantillons).

  Cette répartition statistique montre le caractère ponctuel des impacts les plus marqués en hydrocarbures C_{10}-C_{40} dans les sols à l'échelle de la zone d'étude.
- Pour les **BTEX**, les composés sont détectés sur 24% des échantillons analysés et seul 1 échantillon présente une teneur supérieure au seuil ISDI (6 mg/kg) ;
- Pour le **naphtalène** :
  - le composé est détecté sur 57% des échantillons analysés ;
  - la concentration moyenne est moins de deux fois supérieure à la médiane (P50), et l'influence de valeurs extrêmes sur la moyenne est limitée ;
  - 90% des concentrations sont inférieures à 5,18 mg/kg (percentile 90) et donc que seulement 10% des concentrations se trouvent entre 5,18 et 9,8 mg/kg (soit 3 échantillons) ;
  - 95% des concentrations sont inférieures à 7,16 mg/kg (percentile 95) et donc que seulement 5% des concentrations se trouvent entre 7,16 et 9,8 mg/kg (soit 1 à 2 échantillons).

Cette répartition statistique ne démontre pas suffisamment le caractère ponctuel des impacts en naphtalène dans les sols à l'échelle de la zone d'étude. Cette méthode doit être associée à d'autres méthodes de détermination.

- pour la **somme des 30 PFAS** :
  - les composés sont détecté sur la totalité des échantillons analysés ;
  - la concentration moyenne et la médiane (P50) sont similaires, ce qui montre une certaine uniformité dans la répartition des teneurs ;
  - 50% des concentrations sont inférieures à 44,17 µg/kg (percentile 50) et donc que 50% des concentrations se trouvent entre 44,17 et 211,87 µg/kg (soit 13 à 14 échantillons) ;
  - 90% des concentrations sont inférieures à 84,76 µg/kg (percentile 90) et donc que seulement 10% des concentrations se trouvent entre 84,76 et 211,87 µg/kg (soit 2 à 3 échantillons) ;
  - le nombre d'analyse disponible est limité, ce qui rend l'analyse statistique moins robuste.

    Cette répartition statistique ne démontre pas suffisamment le caractère ponctuel des impacts en PFAS dans les sols à l'échelle de la zone d'étude. Cette méthode doit être associée à d'autres méthodes de détermination.

5.3.2 Répartition des concentrations en hydrocarbures C_5-C_{10} dans les sols

La Figure 5 présente la répartition des concentrations en hydrocarbures C_5-C_{10} dans les sols sur l'ensemble des zones investiguées, toutes profondeurs confondues, par nuage de points en concentrations croissantes. Chaque point noir représente une analyse. Les droites rouges permettent d'identifier les ruptures de pentes.

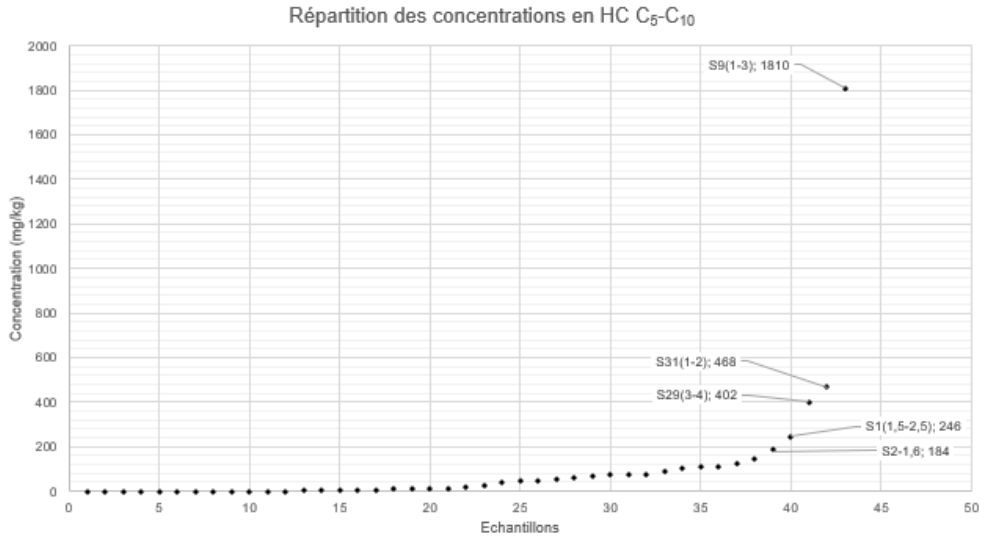


Figure 5 : Répartition des concentrations en hydrocarbures C_5-C_{10} dans les sols en nuage de points classés par ordre croissant

Ce graphique fait apparaitre différentes gammes de concentrations :

- une continuité des concentrations en hydrocarbures C_5-C_{10} entre la limite de quantification et 246 mg/kg assimilable à une population de valeurs diffuses, avec toutefois une légère rupture de pente vers 140 mg/kg ;
- une population de 2 teneurs comprises entre 400 et 500 mg/kg ;
- une teneur isolée égale à 1 810 mg/kg.
- En première approche, sur la base de l'analyse statistique des **hydrocarbures C_5-C_{10}** dans les sols, un **seuil de coupure à 250 mg/kg dans les sols** pourrait être proposé.

5.3.3 Répartition des concentrations en hydrocarbures C_{10}-C_{40} dans les sols

La Figure 6 présente la répartition des concentrations en hydrocarbures C_{10}-C_{40} dans les sols sur l'ensemble des zones investiguées, toutes profondeurs confondues, par nuage de points en concentrations croissantes. Chaque point noir représente une analyse. Les droites rouges permettent d'identifier les ruptures de pentes.

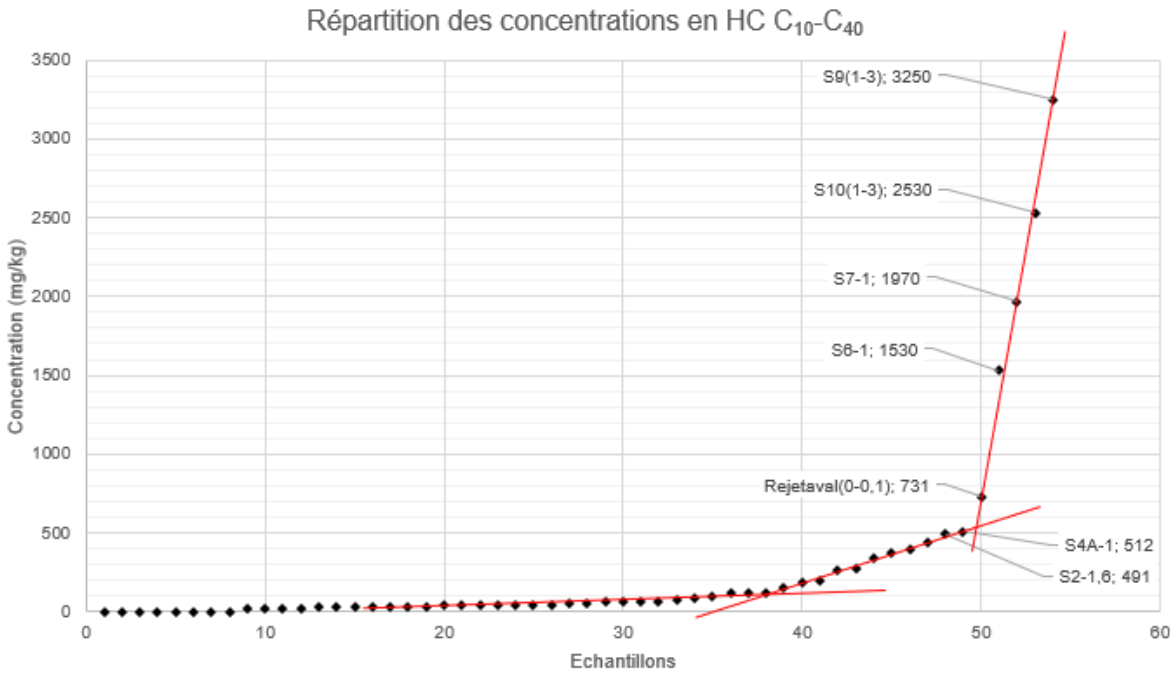


Figure 6 : Répartition des concentrations en hydrocarbures C_{10}-C_{40} dans les sols en nuage de point classés par ordre croissant

Ce graphique fait apparaitre différentes gammes de concentrations :

- Une continuité des concentrations en hydrocarbures C_{10}-C_{40} entre la limite de quantification et 512 mg/kg assimilable à une population de valeurs diffuses, avec toutefois une légère rupture de pente vers 100 mg/kg ;
- Une teneur isolée modérée égale à 731 mg/kg, moins de 2 fois supérieure à la population de valeurs diffuses, jugée non significative par rapport aux valeurs diffuses ;

- 4 teneurs isolées des populations précédentes et l'une de l'autre, comprises entre 1 530 et 3 250 mg/kg, soit 3 à 6 fois supérieure à la population de valeurs diffuses.
- En première approche, sur la base de l'analyse statistique des **hydrocarbures C_{10}-C_{40}** dans les sols, un **seuil de coupure entre 1 000 et 1 500 mg/kg dans les sols** pourrait être proposé.

5.3.4 Répartition des concentrations en BTEX dans les sols

La Figure 7 présente la répartition des concentrations en BTEX dans les sols sur l'ensemble des zones investiguées, toutes profondeurs confondues, par nuage de points. Chaque point noir représente une analyse.

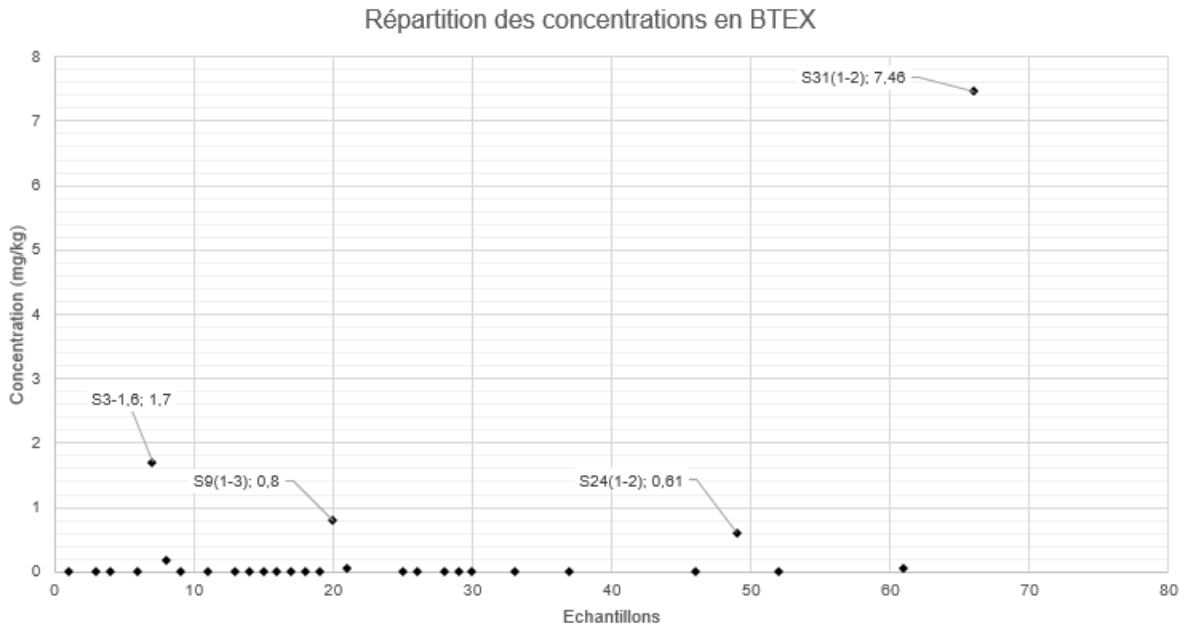


Figure 7 : Répartition des concentrations en BTEX dans les sols en nuage de point

Ce graphique fait apparaitre différentes gammes de concentrations :

- une famille de concentrations en BTEX entre la limite de quantification et 0,2 mg/kg assimilable à une population de valeurs diffuses ;
- 3 teneurs isolées modérées inférieures au seuil ISDI (6 mg/kg) et comprises entre 0,61 et 1,7 mg/kg ;
- 1 teneur nettement isolée et supérieure aux valeurs diffuses, également supérieure au seuil ISDI (6 mg/kg) et égale à 7,46 mg/kg ;
- En première approche, sur la base de l'analyse statistique des **BTEX** dans les sols, un **seuil de coupure entre 3 et 7 mg/kg dans les sols** pourrait être proposé.

5.3.5 Répartition des concentrations en naphtalène dans les sols

La Figure 8 présente la répartition des concentrations en naphtalène dans les sols sur l'ensemble des zones investiguées, toutes profondeurs confondues, par nuage de points en concentrations croissantes. Chaque point noir représente une analyse. Les droites rouges permettent d'identifier les ruptures de pentes.

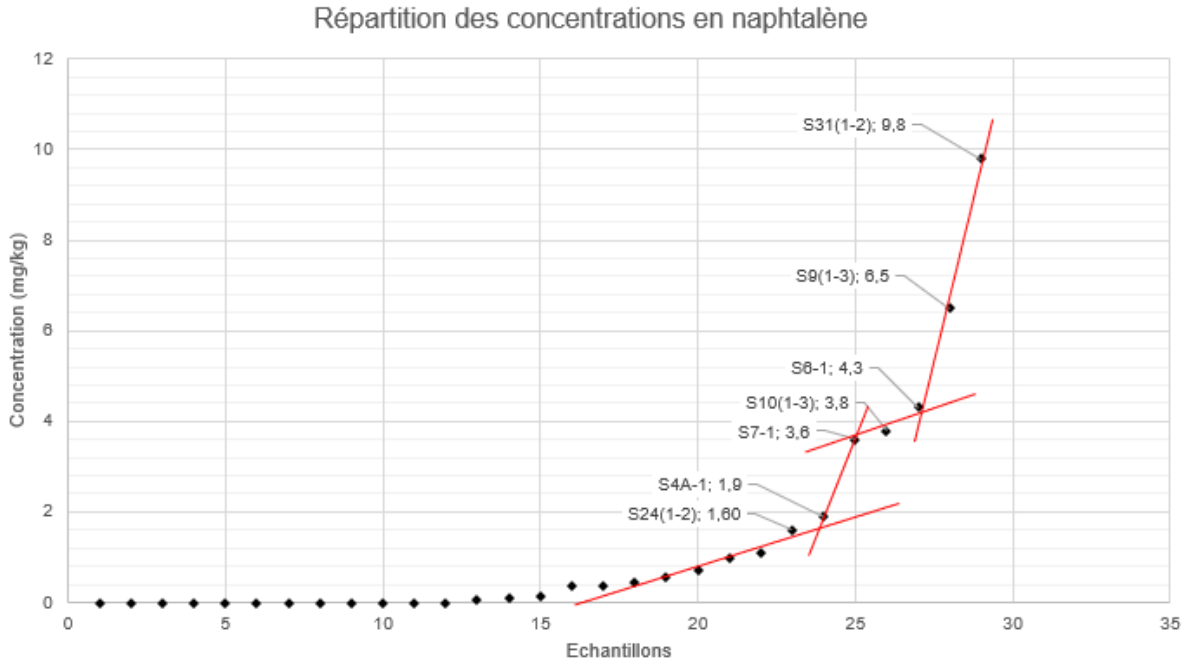


Figure 8 : Répartition des concentrations en naphtalène dans les sols en nuage de point classés par ordre croissant

Ce graphique fait apparaitre différentes gammes de concentrations :

- une continuité des concentrations en naphtalène entre la limite de quantification et 2 mg/kg assimilable à une population de valeurs diffuses, avec toutefois une légère rupture de pente vers 0,4 mg/kg ;
- une population de 3 teneurs comprises entre 3,6 et 4,3 mg/kg ;
- 2 teneurs isolées comprises entre 6,5 et 9,8 mg/kg.
- En première approche, sur la base de l'analyse statistique du **naphtalène** dans les sols, un **seuil de coupure à 2 mg/kg dans les sols** pourrait être proposé.

5.3.6 Répartition des concentrations en PFAS dans les sols

La Figure 9 présente la répartition des concentrations pour la somme des 30 PFAS dans les sols sur l'ensemble des zones investiguées, toutes profondeurs confondues, par nuage de points en concentrations croissantes. Chaque point noir représente une analyse. Les droites rouges permettent d'identifier les ruptures de pentes.

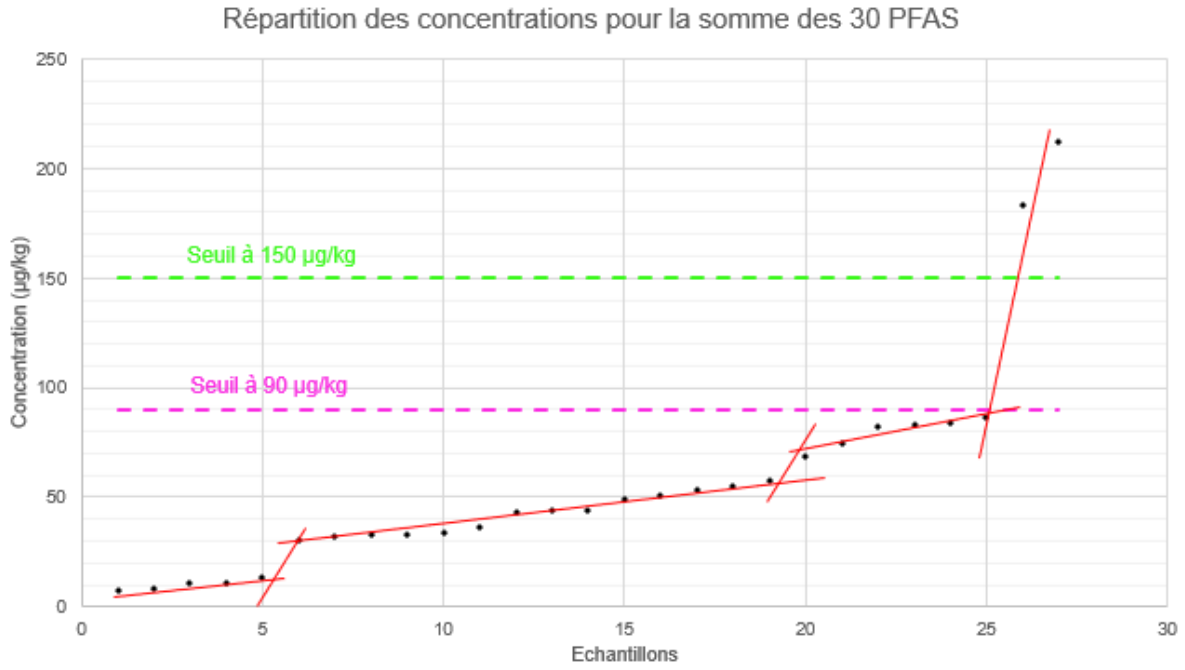


Figure 9 : Répartition des concentrations pour les 30 PFAS dans les sols en nuage de point classés par ordre croissant

Ce graphique fait apparaitre une continuité assez globale des concentrations pour la somme des 30 PFAS entre 7,24 et environ 90 µg/kg, avec toutefois 3 plateaux de teneurs et trois ruptures de pente vers 10 µg/kg, 60 µg/kg et 90 µg/kg.

En première approche, sur la base de l'analyse statistique de la **somme des 30 PFAS** dans les sols, un **seuil de coupure à 90 ou 150 µg/kg** dans les sols pourrait être proposé. Un seuil à 90 µg/kg correspondrait au percentile 90 et à la rupture de pente de la répartition des concentrations, tandis qu'un seuil à 150 µg/kg correspondrait au percentile 95 et à un peu moins de 2 fois le fond anthropique diffus mesuré à l'échelle de la zone d'étude.

A noter que la zone d'étude était utilisée comme zone d'exercice pour l'extinction d'incendie et donc que l'utilisation de produits d'extinction contenant des PFAS était régulière et implicite. De plus, les sondages ont notamment été réalisés au droit des zones spécifiquement utilisées pour l'extinction des feux, ce qui peut entrainer un effet « cluster » et un biais dans l'estimation du seuil de coupure.

Ces seuils de coupure sont provisoires et permettent de définir des zones d'intérêt à traiter.

5.3.7 Seuils de coupure définis sur la base de l'analyse statistique

Sur la base de l'analyse statistique simple, les seuils de coupure potentiels suivants ont pu être définis.

A noter que les seuils de coupure sont des seuils permettant de définir les zones d'intérêt à traiter pour orienter la réhabilitation, mais ne sont pas à ce stade les objectifs de réhabilitation. Ils seront adaptés aux méthodes de réhabilitation envisagées et aux éventuelles contraintes rencontrées sur site en phase travaux.

En première approche, sur la base de l'analyse statistique, les seuils de coupure provisoires suivant peuvent être proposés.

PARAMETRE	MILIEU	SEUIL DE COUPURE « POLLUTION CONCENTREE » PROVISOIRE
HC C_5-C_{10}	Sol	250 mg/kg
HC C_{10}-C_{40}	Sol	Entre 1 000 et 1 500 mg/kg
BTEX	Sol	Entre 3 et 7 mg/kg
Naphtalène	Sol	2 mg/kg
30 PFAS	Sol	90 ou 150 µg/kg

Tableau 2 : Récapitulatif des seuils de coupure potentiels par analyse statistique simple

Il apparait que pour les hydrocarbures C_5-C_{10}, les hydrocarbures C_{10}-C_{40}, les BTEX et le naphtalène, certains échantillons sont concernés par plusieurs seuils de coupure provisoire. Les échantillons concernés par ces seuils sont présentés dans le tableau suivant.

ECHANTILLON	HC C_5-C_{10}	HC C_{10}-C_{40}	BTEX	NAPHTALENE
S3-1,6			X	
S6-1		X		X
S7-1		X		X
S9(1-3)	X	X	Inférieure au seuil mais valeur isolée	X
S10(1-3)		X		X
S29(3-4)	X			
S31(1-2)	X		X	X
Rejetaval		X		

Tableau 3 : Synthèse des échantillons concernés par les seuils de coupure provisoire d'après l'analyse statistique simple

Aucun échantillon ne semble être concerné par le seuil de coupure du naphtalène seul, ni par le seuil de coupure des BTEX seuls. Aussi, pour simplifier la réception des travaux de réhabilitation, les seuils de coupure sur le naphtalène et les BTEX pourraient être écartés, le traitement des hydrocarbures suivant les seuils pressentis permettant de facto le traitement des pollutions concentrées identifiées en BTEX et naphtalène.

5.4 ANALYSE CARTOGRAPHIQUE

5.4.1 Méthodologie et hypothèses

Une analyse cartographique a été réalisée pour les hydrocarbures C_5-C_{40}, les hydrocarbures C_{10}-C_{40}, les BTEX, le naphtalène et les PFAS dans les sols.

Des cartographies de répartition des concentrations et des cartographies d'isoconcentrations ont été réalisées pour ces composés (composés d'intérêt retenus et traceurs des impacts) sur la base des classes de concentrations suivantes. Ces classes de concentrations ont été définies en s'appuyant notamment sur l'analyse statistique réalisée précédemment.

PARAMETRE	CLASSES DE CONCENTRATIONS
HC C_5-C_{10}	• 0 à 50 • 50 à 100 • 100 à 250 • 250 à 500 • 500 à 2 000 • > 2000
HC C_{10}-C_{40}	• 0 à 100 • 100 à 500 • 500 à 1 000 • 1 000 à 4000 • > 4000
BTEX	• 0 à 0,2 • 0,2 à 1 • 1 à 6 • 6 à 8
Naphtalène	• 0 à 0,4 • 0,4 à 2 • 2 à 6 • 6 à 12
30 PFAS	• 7 à 14 • 14 à 34 • 34 à 52 • 52 à 72 • 72 à 90 • 90 à 150 • >150

Tableau 4 : Classes de concentrations définies pour l'analyse cartographique

En ce qui concerne les BTEX et le naphtalène, les données ont été jugées insuffisantes pour une carte d'isoconcentration ou pour une carte de répartition par tranche de profondeur, mais une carte de répartition des concentrations toutes profondeurs confondues a été réalisée pour ces composés afin de vérifier la cohérence entre les impacts en hydrocarbures, en BTEX et en naphtalène.

En ce qui concerne les PFAS, au regard des données disponibles, dans une démarche sécuritaire, un seul horizon entre 0 et 3 m a été retenu pour l'analyse cartographique. La concentration maximale au droit de chaque sondage, toute profondeur confondue, a été retenue.

Les cartographies d'isoconcentration sont basées sur la méthode d'interpolation dite des « voisins naturels ». Il est important de noter que **ces cartes d'isoconcentrations constituent un outil d'aide à la définition des pollutions concentrées, mais ne représentent pas les zones à traiter**. L'emprise des zones à traiter sera établie après définition des objectifs de réhabilitation. **Les emprises des zones à traiter sont définies et présentées au paragraphe 9.2**.

5.4.2 Hydrocarbures C_5-C_{40}, BTEX et naphtalène dans les sols

Carte de répartition (points) et d'isoconcentrations (courbes) des HC C_5-C_{10}, des BTEX et du naphtalène dans les sols (en mg/kg)

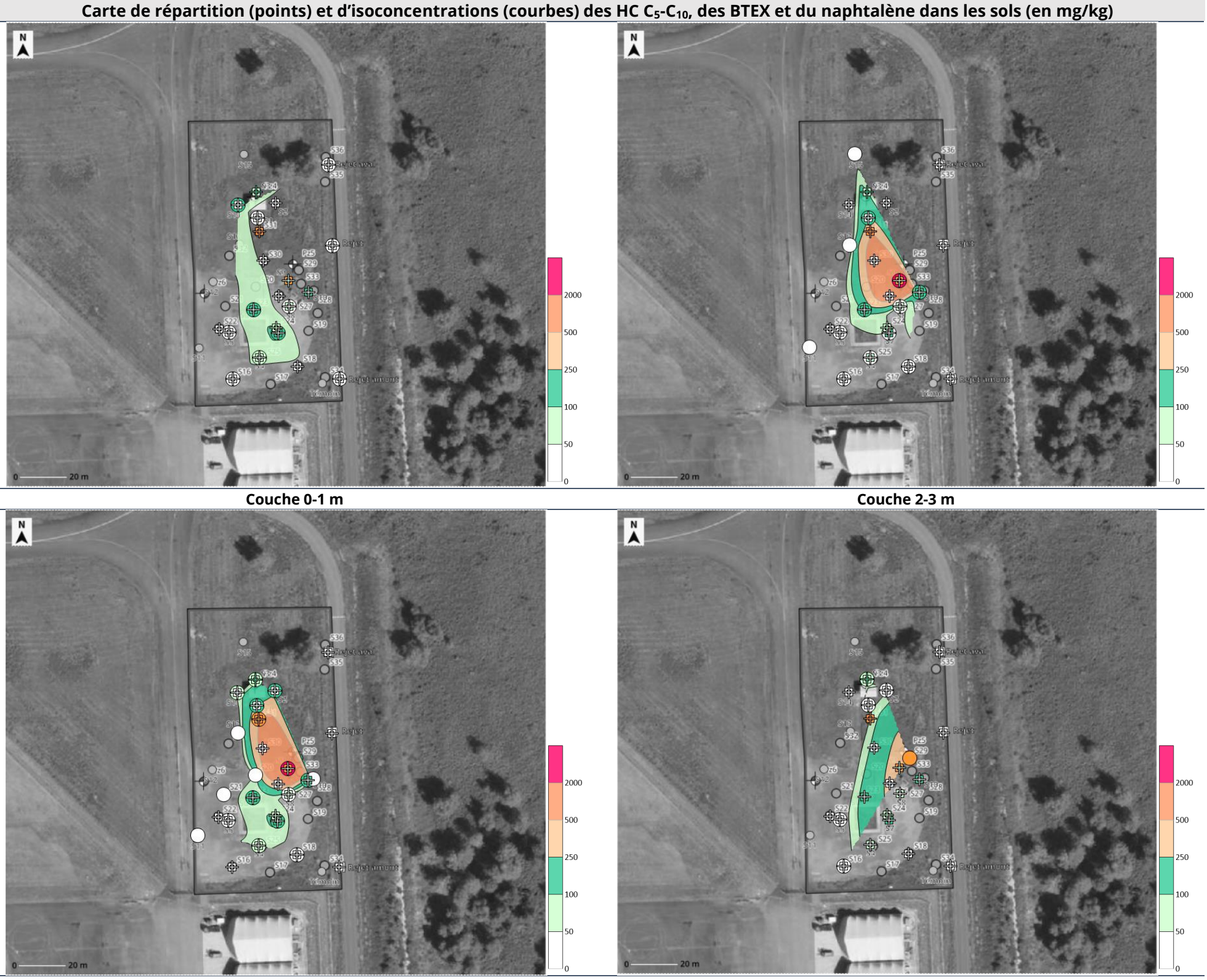
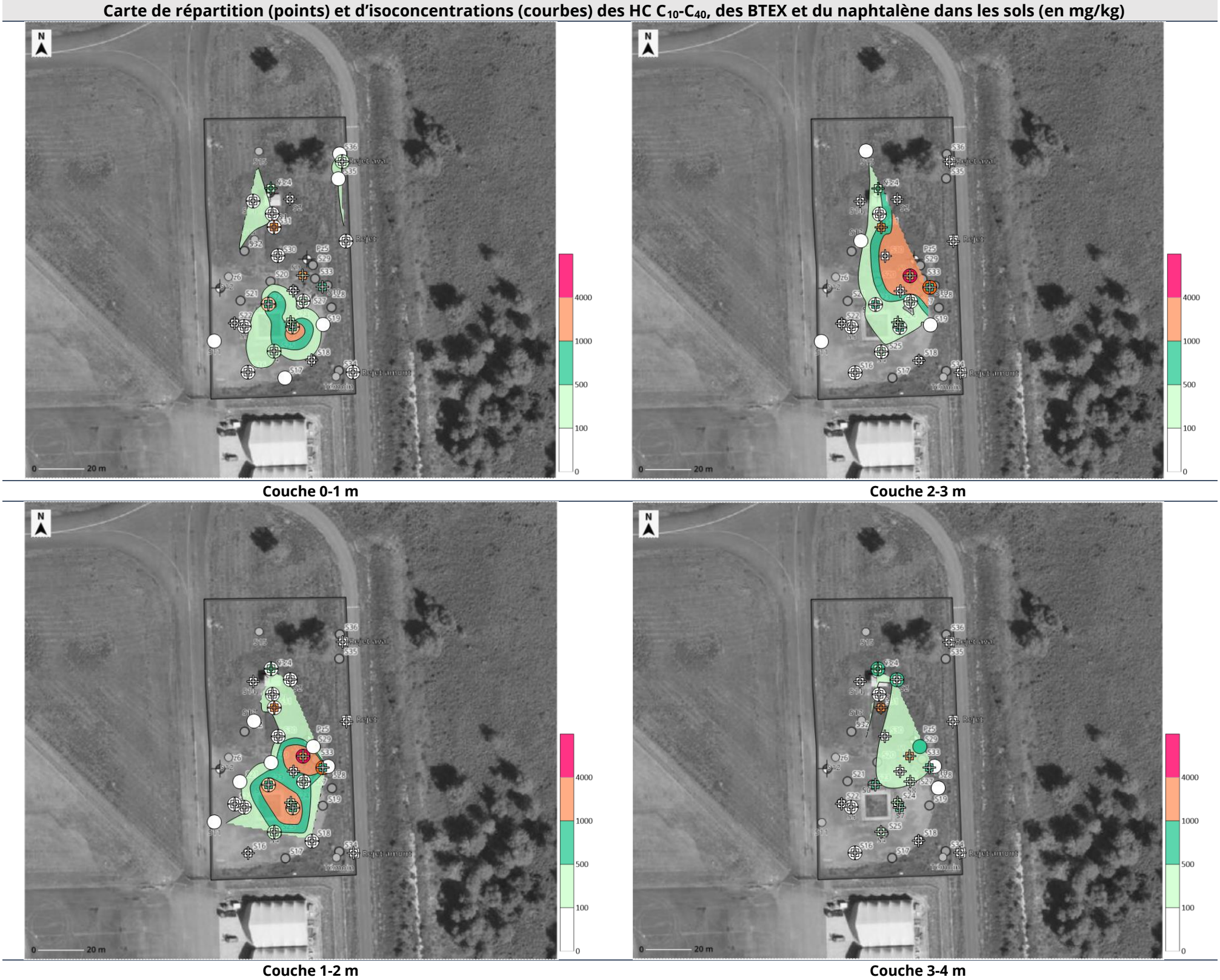


Figure 10 : Analyse cartographique des HC C_5-C_{10}, BTEX et naphtalène dans les sols

Carte de répartition (points) et d'isoconcentrations (courbes) des HC C_{10}-C_{40}, des BTEX et du naphtalène dans les sols (en mg/kg)



Name	>=Minimum	<Maximum	%	Count	Symbol...
Class 1	0	100	62.5	5	
Class 2	100	500	37.5	3	
Class 3	500	1000	0.0	0	
Class 4	1000	4000	0.0	0	

Hydrocarbures C10-C40

Name	>=Minimum	<Maximum	%	Count	Symbol...
Class 1	0	0.4	57.1	12	
Class 2	0.4	2	19.0	4	
Class 3	2	6	14.3	3	
Class 4	6	12	9.5	2	

Naphtalène

Name	>=Minimum	<Maximum	%	Count	Symbol...
Class 1	0	0.2	81.0	17	
Class 2	0.2	1	9.5	2	
Class 3	1	6	4.8	1	
Class 4	6	8	4.8	1	

BTEX

Figure 11 : Analyse cartographique des HC C_{10}-C_{40}, BTEX et naphtalène dans les sols

L'**analyse cartographique des concentrations en HC C_5-C_{10} dans les sols** montre des « pollutions concentrées » bien isolées et localisées à partir de 250 mg/kg, voire 500 mg/kg, puisque sur la plupart des cartographies, les emprises concernées par ces deux concentrations sont proches. En-dessous de 250 mg/kg, les emprises deviennent plus étendues et les impacts deviennent plus diffus et perdent leur caractère bien délimité et isolé qui définissent une « pollution concentrée » selon la méthodologie encadrant la gestion des sites et sols pollués en France.

Les emprises à l'est pour la couche entre 3 et 4 m de profondeur n'ont pu être définies par le modèle d'interpolation du fait d'un manque de données sur cette partie du site.

L'**analyse cartographique des concentrations en HC C_{10}-C_{40} dans les sols** montre des « pollutions concentrées » bien isolées et localisées à partir de 1 000 mg/kg. En-dessous de 1 000 mg/kg, les emprises sont plus étendues et les impacts deviennent plus diffus et perdent leur caractère bien délimité et isolé qui définissent une « pollution concentrée » selon la méthodologie encadrant la gestion des sites et sols pollués en France.

Les emprises à l'est pour la couche entre 2 et 3 m de profondeur n'ont pu être définies par le modèle d'interpolation du fait d'un manque de données sur cette partie du site.

Globalement, les emprises de « pollutions concentrées » pour les hydrocarbures C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40} dans les sols se superposent et sont donc cohérentes.

Les teneurs en BTEX et en naphtalène supérieures aux seuils de coupure provisoire définis sont localisées au droit des emprises de « pollutions concentrées » pour les hydrocarbures C_5-C_{10} et/ou pour les hydrocarbures C_{10}-C_{40}.

Pour rappel, à partir de 2,8 m de profondeur, les impacts en hydrocarbures sont localisés dans la zone de battement de nappe mais aucune phase de produit pur ni aucune concentration significative n'a été mise en évidence en phase dissoute

5.4.3 30 FPAS dans les sols

La carte de répartition des concentrations pour la somme des 30 PFAS dans les sols entre 0 et 3 m de profondeur, est présentée ci-dessous.



Figure 12 : Analyse cartographique des 30 PFAS dans les sols (µg/kg)

L'**analyse cartographique des concentrations pour la somme des 30 PFAS dans les** sols montre une « pollution concentrée » bien isolée et localisée à partir de 150, voire 90 µg/kg. En-dessous de 90 µg/kg, les emprises sont plus étendues et les impacts deviennent plus diffus et perdent leur caractère bien délimité et isolé qui définissent une « pollution concentrée » selon la méthodologie encadrant la gestion des sites et sols pollués en France.

Pour rappel, les PFAS n'ont pas été délimités en profondeur au-delà de 3 m, et le nombre d'analyses reste limité, avec une délimitation latérale perfectible vers le nord et vers l'est.

5.4.4 Seuils de coupure définis sur la base de l'analyse cartographique

Sur la base de l'analyse cartographique, les seuils de coupure potentiels suivants ont pu être définis.

A noter que les seuils de coupure sont des seuils permettant de définir les zones d'intérêt à traiter pour orienter la réhabilitation, mais ne sont pas à ce stade les objectifs de réhabilitation. Ils seront adaptés aux méthodes de réhabilitation envisagées et aux éventuelles contraintes rencontrées sur site en phase travaux.

PARAMETRE	MILIEU	SEUIL DE COUPURE « POLLUTION CONCENTREE » PROVISOIRE
HC C_5-C_{10}	Sol	250 mg/kg
HC C_{10}-C_{40}	Sol	1 000 mg/kg
BTEX	Sol	7 mg/kg
Naphtalène	Sol	2 mg/kg
30 PFAS	Sol	90 ou 150 µg/kg

Tableau 5 : Récapitulatif des seuils de coupure potentiels par analyse cartographique

5.5 SYNTHESE, DISCUSSION ET PROPOSITION DE SEUILS DE COUPURE

Le tableau suivant récapitule les seuils de coupures potentiels après réalisation de l'analyse statistique couplée à la représentation cartographique.

PARAMETRE	MILIEU	SEUIL DE COUPURE « POLLUTION CONCENTREE » PROVISOIRE D'APRES ANALYSE STATISTIQUE	SEUIL DE COUPURE « POLLUTION CONCENTREE » PROVISOIRE D'APRES ANALYSE CARTOGRAPHIQUE
HC C_5-C_{10}	Sol	250 mg/kg	250 mg/kg
HC C_{10}-C_{40}	Sol	Entre 1 000 et 1 500 mg/kg	1 000 mg/kg
BTEX	Sol	Entre 3 et 7 mg/kg	7 mg/kg
Naphtalène	Sol	2 mg/kg	2 mg/kg
30 PFAS	Sol	90 ou 150 µg/kg	90 ou 150 µg/kg

Concernant les **hydrocarbures C_5-C_{10}** dans les sols, les deux méthodes convergent vers un seuil de coupure potentiel de 250 mg/kg.

Concernant les **hydrocarbures C_{10}-C_{40}** dans les sols, les deux méthodes convergent vers un seuil à 1 000 mg/kg. Au regard des niveaux de concentrations en place et de la destination du site et du contexte du site, un seuil à 1 000 mg/kg pourrait être proposé. De plus, l'échantillon supplémentaire dans le cas d'un seuil à 600 mg/kg ne serait concerné par aucun autre composé traceur.

En effet, les échantillons concernés par les seuils de coupure potentiel pour les hydrocarbures C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40} sont également concernés par au moins une autre teneur anomalique d'un composé de type hydrocarbures, naphtalène et/ou BTEX.

Concernant les BTEX et le naphtalène dans les sols, les deux méthodes convergent vers des seuils de coupure potentiels, respectivement de 7 et 2 mg/kg. Aucun échantillon ne semble être concerné par le seuil de coupure du naphtalène seul, ni par le seuil de coupure des BTEX seuls. Ainsi, le traitement des sols impactés par les hydrocarbures C_5-C_{40} permettraient également le traitement des sols impactés par le naphtalène et les BTEX. Les hydrocarbures C_5-C_{40} semblent être des composés traceurs plus pertinents pour les travaux de réhabilitation. Aussi, pour simplifier la réception des travaux de réhabilitation, les seuils de coupure sur le naphtalène et les BTEX pourraient être écartés.

Ainsi, en première approche, sur la base notamment de l'analyse statistique et cartographique, les seuils de coupure suivants peuvent être proposés :

- HC C_5-C_{10} : 250 mg/kg ;
- HC C_{10}-C_{40} : 1 000 mg/kg ;
- 30 PFAS : 90 ou 150 µg/kg.

Pour rappel, ces seuils de coupure permettraient également le traitement des sols concernés par des teneurs anomaliques en naphtalène et BTEX.

DIE Remediation attire l'attention sur le fait que les seuils de coupure ne constituent pas une valeur de réhabilitation stricte à atteindre. Ainsi, et compte-tenu des incertitudes laboratoire notamment, une marge de tolérance de 15 à 20% environ sur les seuils de coupure peut être envisagée pour la réception des travaux de réhabilitation sur les sols.

En tout état de cause, et compte-tenu notamment des incertitudes sur la délimitation des PFAS en profondeur, et de l'état des connaissances actuelles sur les PFAS, ces seuils sont considérés à ce stade comme provisoires et permettent de définir les zones d'intérêt à traiter.

Les emprises et l'estimation des volumes de terres à traiter sont présentées et détaillées dans la partie 9.2.

6 MAITRISE DES IMPACTS SANITAIRES : EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

Les prélèvements et analyses de sols réalisés ont mis en évidence des zones de pollution concentrée nécessitant d'emblée leur traitement.

Afin de vérifier si la gestion des pollutions concentrées sera contrainte par des enjeux sanitaires et si la qualité du milieu souterrain est compatible d'un point de vue sanitaire avec les usages envisagés, un calcul de risque sanitaire toute pollution en place (EQRS) a été réalisé.

6.1 METHODOLOGIE

Annexe 3 : Méthodologie de calculs des risques

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

Les effets à seuil

Le quotient de danger est défini comme :

QD = DJE (Dose Journalière d'Exposition)/DR (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 x 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 cancérigènes, 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 en accord avec le principe de précaution, DIE Remediation 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.

DIE Remediation procède donc à :

- L'addition des quotients de dangers de l'ensemble des substances non cancérigènes ;
- L'addition des quotients de dangers de l'ensemble des substances cancérigènes à seuil de dose ;
- L'addition de tous les excès de risques pour l'ensemble des substances cancérigènes 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 UTILISEES

Annexe 4 : Toxicologie des substances et organes cibles

Les données analytiques disponibles pour les calculs de risque sont constituées :

- **Données eau** : ensemble des données disponibles sur les eaux souterraines lors de la campagne de février 2025 au droit d'un ouvrage existant (PZ4) et de deux nouveaux ouvrages (Pz5 et Pz6) ;
- **Données sol** : ensemble des données disponibles sur les sols, obtenues par GINGER BURGEAP en 2019, par DIE Remediation en février 2025 (S1 à S36, rejet, rejet aval et rejet amont) et en juillet 2025 (SC1 à SC5) ;
- **Données gaz du sol** : ensemble des données disponibles sur les gaz du sol, obtenues par DIE Remediation en juillet 2025 au droit des 3 piézairs (PZR1 à PZR3).

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.
- Pour la **voie d'exposition par inhalation en intérieur**, dans le cadre du **scénario industriel**, les calculs de risque ont été effectués à partir des concentrations maximales mesurées dans les différents milieux étudiés.

- Pour les **expositions en extérieur**, ce sont les concentrations moyennes[4] mesurées sur l'ensemble de la zone d'étude (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) qui ont été utilisées. 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 mesurées, ce qui n'a aucune réalité.

  A noter cependant, qu'au regard du peu de données disponibles sur les gaz du sol (3 piézairs et 1 campagne de prélèvements), notamment au droit des concentrations maximales en PFAS dans les sols, et dans une démarche sécuritaire, ce sont les concentrations maximales dans les gaz du sol qui ont été utilisées pour l'exposition par inhalation en extérieur.

Concernant les **PFAS** détectés dans les sols et les eaux souterraines, tous les composés ne disposent pas, à l'heure actuelle, de VTR par inhalation, parmi les bases de données recensées par la note DGS du 31 octobre 2014. Des VTR dites alternatives issues de l'ANSES, de l'US EPA ou de l'EFSA ont été retenues pour certains de ces PFAS. Pour les autres, aucune VTR par inhalation n'est disponible à ce stade des connaissances.

Les données gaz du sol ont été prises en compte prioritairement pour les calculs de risques. En effet, la littérature actuellement disponible sur les paramètres physico-chimiques des PFAS est insuffisante pour pouvoir modéliser les transferts gazeux des PFAS depuis les sols et les eaux souterraines vers l'air intérieur, alors que les données gaz du sol permettent d'utiliser les facteurs d'atténuation disponible dans la littérature. En fonction des niveaux de risques engendrés par les PFAS dans l'air intérieur, une discussion sera réalisée.

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.

Pour la voie d'exposition par ingestion de sols ou inhalation de poussières, les **ETM** ont été retenus lorsque leurs teneurs moyennes dépassaient les valeurs hautes des gammes de valeurs pour les sols ordinaires de l'étude ASPITET.

La distinction aliphatique/aromatique n'a pas été effectuée pour toutes les coupes et tous les milieux 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

[4] ADEME/SYPREA/FP2E/INERIS - « Evaluation des risques sanitaires des filières d'épandage des boues de stations d'épuration. Méthodologie d'évaluation quantitative des risques sanitaires relatifs aux substances chimiques » et « Evaluation des risques sanitaires des filières d'épandage des boues de stations d'épuration. Application de la méthodologie d'évaluation quantitative des risques sanitaires relatifs aux substances chimiques à une filière de STEP urbaine » en date du 15 octobre 2007.

correspondantes. On obtient alors une fourchette de valeurs de risques, dont les bornes haute et basse permettent d'orienter les recommandations et conclusions de l'étude.

Dans le cas des hydrocarbures aromatiques, compte-tenu du nombre d'équivalent carbone (EC) similaires, il est admis que les teneurs en hydrocarbures C_5-C_7 et C_7-C_8 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 C_5-C_7 et C_7-C_8 aromatiques n'ont pas été prises en compte dans les calculs de risques sanitaires, à la faveur des concentrations en benzène et toluène.

Les hydrocarbures C_{16}-C_{40} ne disposant pas de valeurs toxicologiques de référence pour l'inhalation, ces substances ne sont pas prises en compte pour cette voie d'exposition.

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 EN µG/M³		CONCENTRATIONS MOYENNES DANS LES SOLS EN MG/KG	CONCENTRATIONS MOYENNES DANS LES EAUX SOUTERRAINES EN µG/L
SCENARIO	SCENARIO INDUSTRIEL EN INTERIEUR				SCENARIO INDUSTRIEL EN INTERIEUR SCENARIO INDUSTRIEL EN EXTERIEUR (ESPACES VERTS)		SCENARIO INDUSTRIEL EN EXTERIEUR (ESPACES VERTS) SCENARIO INDUSTRIEL EN INTERIEUR	SCENARIO INDUSTRIEL EN EXTERIEUR (ESPACES VERTS)
VOIE D'EXPOSITION ETUDIEE	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DES SOLS	ECHANTILLON	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DE LA NAPPE	ECHANTILLON	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DES GAZ DU SOL	ECHANTILLON	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DES SOLS INGESTION DE SOL	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DE LA NAPPE
Eléments Traces Métalliques								
Arsenic	NP	-	<valeur de référence	-	NR	-	<ASPITET	<valeur de référence
Cadmium	NP	-	ND	-	NR	-	0,49 (NP inh.)	ND
Chrome	NP	-	ND	-	NR	-	<ASPITET	ND
Cuivre	NP	-	ND	-	NR	-	<ASPITET	ND
Mercure	ND	-	ND	-	NR	-	ND	ND
Nickel	NP	-	ND	-	NR	-	<ASPITET	ND
Plomb	NP	-	<valeur de référence	-	NR	-	<ASPITET	<valeur de référence
Zinc	NP	-	ND	-	NR	-	<ASPITET	ND
Hydrocarbures Aliphatiques								
C_5-C_6	ND	-	ND	-	NR	-	ND	ND
C_6-C_8	41,3	S29(3-4)	92,3	PZ4	NR	-	6,83	50,77
C_8-C_{10}	1 190	S9(1-3)	430 (1 180)	LS (PZ4)	NR	-	94,86	413,33
C_{10}-C_{12}	2 900	S9(1-3)	6,96	PZ4	NR	-	277,09	2,42
C_{12}-C_{16}	2 900	S9(1-3)	0,76 (5,83)	LS (PZ4)	NR	-	288,75	0,76 (LS) 1,98
C_{16}-C_{40}	NP	-	NP	-	NR	-	76,91 (NP inh.)	NP
Hydrocarbures Aromatiques								
C_5-C_7	[benzène]	-	[benzène]	-	NR	-	[benzène]	[benzène]
C_7-C_8	[toluène]	-	[toluène]	-	NR	-	[toluène]	[toluène]
C_8-C_{10}	161	S29(3-4)	382	PZ5	NR	-	33,77	165,9
C_{10}-C_{12}	2 900	S9(1-3)	6,96	PZ4	NR	-	277,09	2,42
C_{12}-C_{16}	2 900	S9(1-3)	5,83	PZ4	NR	-	288,75	1,98
C_{16}-C_{40}	NP	-	NP	-	NR	-	76,91 (NP inh.)	NP
BTEX								
Benzène	ND	-	5,2	PZ5	NR	-	ND	2,07
Toluène	ND	-	7,1	PZ5	NR	-	ND	4,1
Ethylbenzène	1,73	S31(1-2)	37,2	PZ5	NR	-	0,33	13,07
Xylènes	5,73	S31(1-2)	164,6	PZ5	NR	-	0,93	57,93
HAP								
Naphtalène	9,8	S31(1-2)	11	PZ5	NR	-	1,74	3,91
Acénaphtylène	0,42	S7-1	0,02	PZ5	NR	-	0,14	0,02
Acénaphtène	0,6	S10(1-3)	0,03	PZ5	NR	-	0,18	0,02
Fluorène	0,8	S7-1	0,03	PZ5	NR	-	0,19	0,02
Phénanthrène	1,7	S7-1	0,03	PZ5	NR	-	0,27	0,02
Anthracène	0,4	S7-1	ND	-	NR	-	0,09	ND
Fluoranthène	0,1	S7-1	ND	-	NR	-	0,06	ND

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 EN µG/M³		CONCENTRATIONS MOYENNES DANS LES SOLS EN MG/KG	CONCENTRATIONS MOYENNES DANS LES EAUX SOUTERRAINES EN µG/L
SCENARIO	SCENARIO INDUSTRIEL EN INTERIEUR				SCENARIO INDUSTRIEL EN INTERIEUR SCENARIO INDUSTRIEL EN EXTERIEUR (ESPACES VERTS)		SCENARIO INDUSTRIEL EN EXTERIEUR (ESPACES VERTS) SCENARIO INDUSTRIEL EN INTERIEUR	SCENARIO INDUSTRIEL EN EXTERIEUR (ESPACES VERTS)
VOIE D'EXPOSITION ETUDIEE	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DES SOLS	ECHANTILLON	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DE LA NAPPE	ECHANTILLON	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DES GAZ DU SOL	ECHANTILLON	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DES SOLS INGESTION DE SOL	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DE LA NAPPE
Pyrène	**0,34**	**S7-1**	ND	-	NR	-	**0,09**	ND
Benzo(a)anthracène	ND	-	ND	-	NR	-	ND	ND
Chrysène	ND	-	ND	-	NR	-	ND	ND
Benzo(b)fluoranthène	**0,07**	**Rejet aval**	ND	-	NR	-	**0,05**	ND
Benzo(k)fluoranthène	ND	-	ND	-	NR	-	ND	ND
Benzo(a)pyrène	**0,05**	**Rejet aval**	ND	-	NR	-	**0,05**	ND
Dibenzo(a,h)anthracène	ND	-	ND	-	NR	-	ND	ND
Benzo(g,h,i)pérylène	**0,71**	**Rejet aval**	ND	-	NR	-	**0,13**	ND
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	**0,07**	**Rejet aval**	ND	-	NR	-	**0,05**	ND
COHV	ND	-	ND	-	NR	-	ND	ND
PCB	ND	-	NR	-	NR	-	ND	NR
PFAS								
PFBA	0,00646	S29(0-0,5) → PZR	0,725	PZ5 → PZR	**0,1429**	**PZR1**	**0,001**	0,3549 → PZR
PFPeA	0,0126 (AVT)	S29(0-0,5)	3,35 (AVT)	PZ5	0,2328 (AVT)	PZR1	**0,00325 (AVT inh.)**	1,6537 (AVT)
PFHxA	0,00811	S29(0-0,5) → PZR	1,22	PZ5 → PZR	**0,5309**	**PZR1**	**0,00253**	0,7413 → PZR
PFHpA	0,0115 (AVT)	S29(0-0,5)	0,689 (AVT)	PZ6	0,0306 (AVT)	PZR1	**0,0018 (AVT inh.)**	0,3940 (AVT)
PFOA	0,011	S29(0-0,5) → PZR	0,348	PZ6 → PZR	**0,0094**	**PZR1**	**0,00139**	0,2346 → PZR
PFNA	0,0034	S29(0-0,5) → PZR	0,0854	PZ5 → PZR	**0,0021**	**LQ**	**0,00052**	0,0408 → PZR
PFDA	0,00205	S29(0-0,5) → PZR	0,0102	PZ5 → PZR	**0,0021**	**LQ**	**0,00029**	0,0077 → PZR
PFUnDA	0,00166 (AVT)	S33(0-0,5)	ND	-	ND	-	0,00022 (AVT inh et ing)	ND
PFDodA	0,00055	S29(0-0,5) → PZR	ND	-	**0,0021**	**LQ**	**0,00013 (AVT ing)**	ND
PFTrA	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND
PFBS	0,00068	S4(2-3) → PZR	0,131	PZ6 → PZR	**0,0021**	**LQ**	**0,00014**	0,0825 → PZR
PFPeS	0,00047 (AVT)	S4(2-3)	0,172 (AVT)	PZ6	ND	-	**0,00013 (AVT inh.)**	0,0939 (AVT)
PFHxS	0,0058	S4(2-3) → PZR	1,12	PZ6 → PZR	**0,0021**	**LQ**	**0,00086**	0,6570 → PZR
PFHpS	0,00151 (AVT)	S4(2-3)	0,0649 (AVT)	PZ6	ND	-	**0,0002 (AVT inh.)**	0,0336 (AVT)
PFOS	0,137	SC3(2,2-3) → PZR	2,35	PZ4 → PZR	**0,0021**	**LQ**	**0,0245**	1,7497 → PZR
PFNS	0,00032 (AVT)	S24(0-0,5)	ND	-	ND	-	0,00013 (AVT inh et ing)	ND
PFDS	0,00109 (AVT)	S33(0-0,5)	0,0152 (AVT)	PZ5	ND	-	0,00021 (AVT inh et ing)	0,0087 (AVT)
PFUndS	0,00069 (AVT)	S26(0-0,5)	0,0131 (AVT)	PZ5	ND	-	0,00015 (AVT inh et ing)	0,0080 (AVT)
PFDodS	0,00136 (AVT)	S24(0-0,5)	0,0117 (AVT)	PZ5	ND	-	0,00023 (AVT inh et ing)	0,0076 (AVT)

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 EN µG/M³		CONCENTRATIONS MOYENNES DANS LES SOLS EN MG/KG	CONCENTRATIONS MOYENNES DANS LES EAUX SOUTERRAINES EN µG/L
SCENARIO	SCENARIO INDUSTRIEL EN INTERIEUR				SCENARIO INDUSTRIEL EN INTERIEUR SCENARIO INDUSTRIEL EN EXTERIEUR (ESPACES VERTS)		SCENARIO INDUSTRIEL EN EXTERIEUR (ESPACES VERTS) SCENARIO INDUSTRIEL EN INTERIEUR	SCENARIO INDUSTRIEL EN EXTERIEUR (ESPACES VERTS)
VOIE D'EXPOSITION ETUDIEE	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DES SOLS	ECHANTILLON	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DE LA NAPPE	ECHANTILLON	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DES GAZ DU SOL	ECHANTILLON	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DES SOLS INGESTION DE SOL	INHALATION DE VAPEURS ISSUES DE LA NAPPE
PFTrS	0,00038 (AVT)	S26(0-0,5)	0,0113 (AVT)	PZ5	ND	-	0,00012 (AVT inh et ing)	0,0074 (AVT)
PFTeA	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND
PFHxDA	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND
PFODA	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND
4:2 FTSA	ND	-	NR	-	0,029 (AVT)	PZR1	ND	NR
6:2 FTSA	0,0846 (AVT)	S4(2-3) → PZR	8,75	PZ6 → PZR	**9,8**	**PZR1**	**0,015**	4,0056 → PZR
8:2 FTSA	0,029 (AVT)	S24(0-0,5)	0,106 (AVT)	PZ6	0,0613 (AVT)	PZR1	0,0052 (AVT inh et ing)	0,0422 (AVT)
HFPO-DA/GenX	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND
DONA	0,00028 (AVT)	SC1(2-3)	ND	-	ND	-	**0,00011 (AVT inh.)**	ND
Acide perfluoro([5-méthoxy-1,3-dioxolan-4-yl]oxy)	ND	-	ND	-	NR	-	ND	ND
6:2 FTOH	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND
8:2 FTOH	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND
PFOSA	0,0114	SC1(1,1-2) → PZR	NR	-	**0,0021**	**LQ**	**0,0025 (AVT ing)**	NR
6:2 Fluorotelomer alcool (6:2 FTOH)	ND	-	NR	-	ND	-	ND	NR
Perfluoro-1-decanol (8:2 FTOH)	ND	-	NR	-	ND	-	ND	NR
Acide N-methylperfluorooctane sulfonamidoacétique (NMeFOSAA)	0,00018 (AVT)	SC1(1,1-2)	NR	-	ND	-	0,000108 (AVT inh. et ing.)	NR
Acide N-ethylperfluorooctane sulfonamidoacétique (NEtFOSAA)	ND	-	NR	-	NR	-	ND	NR
Acide 2H-perfluorodécènoïque (8:2 FTUCA/FOUEA)	0,00012 (AVT)	SC5(1-2)	NR	-	NR	-	0,000102 (AVT inh. et ing.)	NR
Acide 7H-perfluoroheptanoïque (7H PFHPA)	ND	-	NR	-	ND	-	ND	NR
Perfluoro-4-éthylcyclohexane (PFECHS)	ND	-	NR	-	NR	-	ND	NR
Acide 2,2,3,3-Tetrafluoro-3-(trifluorométhoxy)prop (PFMPA/PF4OPeA)	ND	-	NR	-	NR	-	ND	NR
9-Chlorohexadécafluoro-3-oxanonane-1-sulfonate (F-53B Major/9Cl-PF3ONS)	ND	-	NR	-	NR	-	ND	NR
11-Chloroeicosafluoro-3-oxanonane-1-sulfonate (F-53B Minor/11Cl-PF3OUdS)	ND	-	NR	-	NR	-	ND	NR
6:2 Fluorotelomer phosphate diester (6:2 diPAP)	0,00435 (AVT)	SC2(2-3)	NR	-	NR	-	0,001533 (AVT inh. et ing.)	NR
8:2 Fluorotelomer phosphate diester (8:2 diPAP)	ND	-	NR	-	NR	-	ND	NR
6 2 fluorotelomer unsaturated carboxylic acid (FHU)	NR	-	NR	-	0,3471 (AVT)	PZR1	NR	NR
2 perfluorohexyl ethanoic acid (FHEA)	NR	-	NR	-	0,3757 (AVT)	PZR1	NR	NR
Dioxines et furanes	**0,000003**	**S22(0-0,5)**	NR	-	NR	-	**0,000003**	NR

ND : Non Détecté ; NR : Non Recherché ; NP : Non Pertinent ; AVT : Absence de Valeur Toxicologique ; LS : Limite de Solubilité ; GRIS : valeur non retenue

Tableau 6 : Concentrations d'entrée des calculs de risques

6.3 MODELISATION DES TRANSFERTS VERS L'AIR AMBIANT

Annexe 5 : Justification du choix des paramètres de transfert
Annexe 6 : Equations de transfert
Annexe 7 : Feuilles de transferts sol / air ambiant intérieur
Annexe 8 : Feuilles de transferts eau souterraine / air ambiant intérieur
Annexe 9 : Feuilles de transferts sol / air ambiant extérieur
Annexe 10 : Feuilles de transferts eau souterraine / air ambiant extérieur
Annexe 11 : Feuilles de transferts gaz du sol / air ambiant extérieur

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 et à l'extérieur des bâtiments. Pour ce faire, il est nécessaire de procéder à une étape de modélisation des transferts gazeux des sols et des eaux souterraines vers l'air ambiant. DIE Remediation 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 paragraphe 7.3.

Les paramètres d'entrée relatifs au transfert des composés depuis les sols et les eaux souterraines vers l'air ambiant intérieur et extérieur sont présentés dans le tableau ci-après.

PARAMETRES	QUANTITE	UNITE	SOURCE
Géométrie de la source			
Profondeur du toit de la pollution par rapport au sol	0	m	Observation terrain
Longueur de la zone source	130	m	Observation terrain
Largeur de la zone source	65	m	Observation terrain
Epaisseur de la pollution	4	m	Observation terrain
Distance entre la base de la pollution et la nappe	0,1	m	Observation terrain
Caractéristiques de la zone non saturée			
Type de sol	Limon sableux (sandy loam)	-	Lithologie la plus pénalisante observée
Taux d'infiltration	10,3	cm/an	Données météorologiques à Pau entre 1981 et 2010 (précipitations annuelles moyennes 107 cm/an)
Epaisseur de la zone vadose (ZNS)	2,84	m	Observation terrain
Caractéristiques de la zone capillaire			
Type de sol	Limon sableux (sandy loam)	-	Lithologie la plus pénalisante observée
Taux d'infiltration	10,3	cm/an	Données météorologiques à Pau entre 1981 et 2010 (précipitations annuelles moyennes 107 cm/an)
Paramètres lies au modèle d'émission gazeuse à l'extérieur			
Hauteur de la boîte	1,50	m	Hauteur de respiration d'un homme
Longueur de la boîte	130	m	Observation terrain
Largeur de la boîte	65	m	Observation terrain
Vitesse du vent	2	m/s	Plus petite vitesse de vent enregistrée par Météo France
Paramètres liés au modèle d'émission gazeuse du sol dans le bâtiment			

PARAMETRES	QUANTITE	UNITE	SOURCE
Différence de pression entre le bâtiment et l'extérieur	40	g/cm².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	Hypothèse retenue
Profondeur des fondations	15	cm	fondation = dalle
Profondeur de la source sol par rapport aux fondations	15	cm	Hypothèse retenue
Profondeur de la source eaux souterraine par rapport aux fondations	269	cm	Niveau d'eau le plus haut mesuré en février 2025 (284) – profondeur des fondations (15)
Profondeur de la source gaz du sol pour exposition en extérieur	50	cm	Niveau haut de la crépine (50 cm)
Profondeur de la source sol pour exposition en extérieur	0	cm	Observation terrain
Profondeur de la source eaux souterraine pour expo en extérieur	284	cm	Niveau d'eau le plus haut mesuré en février 2025
Perméabilité des sols aux vapeurs sous le bâtiment	1,00E-08	cm²	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 5 x2,4 m
Largeur du bureau	3	m	
Hauteur du bureau	2,4	m	
Volume du bureau	36	m^3	
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
Paramètres liés au calcul de la concentration dans un hangar sans cloisonnement, en RDC			
Longueur du hangar	20	m	Scénario retenu : hangar standard de 20 x 15 x 5 m
Largeur du hangar	15	m	
Hauteur du hangar	5	m	
Volume du hangar	1500	m^3	
Taux de renouvellement d'air dans le hangar	12 (0,5 v/h)	j^{-1}	Hypothèse retenue
Paramètres liés au site			
Profondeur de la nappe/terrain naturel	2,84	m	Liée au site

Tableau 7 : Paramètres de transfert retenus

En ce qui concerne les gaz du sol, en l'absence de données ou de données robustes quant aux propriétés physico-chimiques des PFAS dans l'état actuel des connaissances, une approche par facteur d'atténuation a été retenue pour l'évaluation des concentrations dans l'air intérieur à partir des données gaz du sol.

L'approche par facteur d'atténuation (α) est notamment utilisée dans le cadre d'études sur les établissements sensibles (ETS). Le document de gestion des diagnostics pour ces établissements (ADEME, 2011) présente 4 facteurs de dilution (1/α) pouvant être appliqués aux résultats dans les gaz du sol de 1, 10, 100 et 1000 en fonction des constats réalisés au cours de la visite approfondie du site. La traduction de ces constats en facteurs de dilution n'est toutefois pas précisée.

Aux Etats Unis et au Canada, la réalisation de nombreuses études depuis les années 90 a permis le recensement de facteurs d'atténuation mesurés sur des sites bâtis (initiée en 2002, EPA, 2008, EPA, 2012). Sur la base d'un traitement statistique de la base de données obtenue, couplée à la réalisation de modélisations de cas type avec le modèle analytique de Johnson and Ettinger (1991), les différentes instances américaines ont retenu leurs propres coefficients d'atténuation. Le tableau ci-après présente les recommandations de 4 guides (MADEP, 2011 ; DTSC, 2011 ; OSWER, 2013 ; Sante Canada, 2010). Les différences entre un bâtiment à usage résidentiel et un bâtiment commercial sont liées aux caractéristiques du bâtiment et aux taux de renouvellement d'air différents.

Usage considéré / Source considérée	Bâtiment à usage résidentiel	Bâtiment à usage commercial
Gaz des sols sous dalle (subslab)	0,014 MADEP 0,03 OSWER * 0,05 DTSC	0,014 MADEP - -
Gaz des sols à une distance donnée du bâti (pas nécessairement en dessous du bâti)	0,03 OSWER * (à + de 1,5m) 0,002 Santé Canada ** (1m)	- 0,0004 Santé Canada ** (1m)
Air du vide sanitaire	1 OSWER * 1 DTSC	- -
Au contact des eaux souterraines ou de la source de contamination pour DTSC, 2011	0,001 OSWER * 0,001 à 0,002 DTSC 0,001 Santé Canada ** (5m)	- 0,0005 à 0.001 DTSC 0,0002 Santé Canada ** (5m)

* pour OSWER il s'agit des préconisations du document provisoire qui devrait paraitre en version définitive
** traduit des graphiques proposés par Santé Canada établis pour différentes lithologies (la valeur maximale est reprise dans le tableau) et fonction de la profondeur de la mesure (la profondeur considérée est affichée)

Tableau 8 : Facteurs d'atténuation retenus par différents guides aux Etats Unis et au Canada (MADEP, 2011; DTSC, 2011, OSWER, 2013; SANTE CANADA, 200) - source : Guide méthodologique Fluxobat 2013

Dans le cadre de la présente étude, compte-tenu des caractéristiques attendues des bâtiments à usage industriel, et de la nature des données gaz du sol collectées (gaz des sols à une distance donnée du bâti) DIE Remediation a fait le choix de retenir un **facteur d'atténuation de 0,0004 entre les gaz du sol et l'air intérieur**.

Les concentrations d'exposition dans l'air intérieur ont donc été calculées en appliquant l'équation suivante :

$$C_{air\ intérieur} = C_{gaz\ des\ sols} \times \alpha$$

PARAMETRES	C. GAZ DU SOL (µG/M³)	C. AIR AMBIANT (µG/M³)
PFBA	0,1429	0,0000571
PFHxA	0,5309	0,000212
PFOA	0,0094	0,00000376
PFNA	0,0021	0,00000084
PFDA	0,0021	0,00000084
PFDodA	0,0021	0,00000084
PFBS	0,0021	0,00000084
PFHxS	0,0021	0,00000084
PFOS	0,0021	0,00000084
6:2 FTSA	9,8	0,00392
PFOSA	0,0021	0,00000084

Tableau 9 : Concentrations dans l'air intérieur à partir des données gaz du sol par facteur d'atténuation

6.4 CALCUL DE L'EXPOSITION

6.4.1 Mode de calcul des DJE

Annexe 12 : Equations de calcul des DJE
Annexe 13 : 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 DIE Remediation 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.

PARAMETRES	QUANTITE	UNITES	SOURCE
Scénario industriel en intérieur - Paramètres liés à la cible travailleur			
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 8 h de présence sur le site**
Scénario industriel en extérieur (espaces verts) - Paramètres liés à la cible travailleur			
Masse corporelle moyenne	**70**	**kg**	**USEPA**
Durée de vie	**70**	**an**	**USEPA**
Volume d'air inhalé	**20**	**m³/j**	**USEPA, cohérent avec CIBLEX**

PARAMETRES	QUANTITE	UNITES	SOURCE
Quantité de sols ingérée	33,3	mg/j	50 mg en 12 h, pondéré sur 8 h de présence sur le site
Scénario industriel en extérieur (espaces verts) - Paramètres liés à la cible travailleur en charge des espaces verts			
Masse corporelle moyenne	70	kg	USEPA
Durée de vie	70	an	USEPA
Volume d'air inhalé	20	m^3/j	CIBLEX
Quantité de sols ingérée	200	mg/j	Valeur percentile « élevée » de l'étude US EPA de 2011

Tableau 10 : Paramètres d'exposition retenus

6.4.3 Budget espace-temps

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

PARAMETRES	QUANTITE	UNITES	SOURCE
Scénario industriel en intérieur - Paramètres liés à la cible travailleur			
Temps de présence dans les bâtiments	8	h/j	Durée légale de travail en France
Fréquence d'exposition	220	j/an	Scénario retenu
Durée d'exposition	43	ans	Durée légale de travail en France
Scénario industriel en extérieur (espaces verts) - Paramètres liés à la cible travailleur			
Temps de présence en extérieur	8	h/j	Durée légale de travail en France
Fréquence d'exposition	220	j/an	Scénario retenu
Durée d'exposition	43	ans	Durée légale de travail en France
Scénario industriel en extérieur (espaces verts) - Paramètres liés à la cible travailleurs en charge des espaces verts			
Temps de présence en extérieur	8	h/j	Durée légale de travail en France
Fréquence d'exposition	12	j/an	Scénario retenu (1 fois par mois)
Durée d'exposition	43	ans	Durée légale de travail en France

Tableau 11 : Budgets espace-temps retenus

6.5 CHOIX DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Annexe 14 : VTR retenues pour l'étude
Annexe 15 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature
Annexe 16 : 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. DIE Remediation 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'OEHHA 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 SYNTHESE DES RISQUES

6.6.1 Cas du scénario industriel en intérieur

Annexe 17 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en intérieur (bureau)
Annexe 18 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en intérieur (hangar)

SCENARIO	CIBLES	QD GLOBAL	ERI GLOBAL
Industriel en intérieur (bureau)	Travailleurs	**[2,25-5,25]**	**$4{,}02.10^{-05}$**
Industriel en intérieur (hangar)	Travailleurs	[0,60-0,62]	**$1{,}00.10^{-05}$**
Valeurs de comparaison		**1**	**1.10^{-05}**

Tableau 12 : Synthèse des risques attendus - scénario industriel en intérieur

Dans le cas du **scénario industriel en intérieur (bureau) en rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol, <u>toutes pollutions en place</u>** (état actuel) :

- Les Quotients de Danger (QD) attendus pour les **travailleurs** sont **supérieurs** aux valeurs seuils en vigueur (QD>1) ;
- Les Excès de Risque Individuels (ERI) attendus pour les **travailleurs** sont **supérieurs** aux valeurs seuils en vigueur (ERI>1.10^{-05}).

Les **risques non cancérigènes** engendrés sont principalement liés à l'**inhalation d'hydrocarbures depuis les sols**.

Les **risques cancérigènes** engendrés sont principalement liés à l'**inhalation d'éthylbenzène depuis les sols.**

Dans le cas du **scénario industriel en intérieur (hangar) en rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol, toutes pollutions en place** (état actuel) :

- Les Quotients de Danger (QD) attendus pour les **travailleurs** sont **inférieurs** aux valeurs seuils en vigueur (QD<1) ;
- Les Excès de Risque Individuels (ERI) attendus pour les **travailleurs** sont **équivalents** aux valeurs seuils en vigueur (ERI=1.10^{-05}).

Les **risques cancérigènes** engendrés sont principalement liés à l'**ingestion de PFAS depuis les sols.**

6.6.2 Cas du scénario industriel en extérieur (espaces verts)

Annexe 19 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en extérieur (espaces verts) - travailleurs
Annexe 20 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en extérieur (espaces verts) – travailleurs en charge des espaces verts

SCENARIO	CIBLES	QD GLOBAL	ERI GLOBAL
Industriel en extérieur (espaces verts)	Travailleurs	[0,24-0,25]	$7,50.10^{-06}$
	Travailleur en charge des espaces verts	0,07	$2,45.10^{-06}$
Valeurs de comparaison		**1**	**1.10^{-05}**

Tableau 13 : Synthèse des risques attendus - scénario industriel en extérieur (espaces verts)

Dans le cas du **scénario industriel en extérieur (espaces verts), toutes pollutions en place** (état actuel) :

- Les Quotients de Danger (QD) attendus pour les **travailleurs** et les **travailleurs en charge des espaces verts** sont **inférieurs** aux valeurs seuils en vigueur (QD<1) ;
- Les Excès de Risque Individuels (ERI) attendus pour les **travailleurs** et les **travailleurs en charge des espaces verts** sont **inférieurs** aux valeurs seuils en vigueur (ERI<1.10^{-05}) ;

6.7 DISCUSSION ET CONCLUSIONS SUR LA COMPATIBILITE SANITAIRE DU SITE AVEC LES USAGES PROJETES

Au regard des calculs réalisés et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site, dans son état actuel, **n'est pas compatible avec un usage futur de type :**

- **industriel en intérieur (bureau)** au rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol ;
- **industriel en intérieur (hangar) au rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol.**

En revanche, il est **compatible avec un usage futur de type industriel en extérieur** (espaces verts).

Il convient donc de poursuivre la démarche de plan de gestion en étudiant les mesures permettant de limiter voire de supprimer ces risques sanitaires.

Dans le cas du scénario industriel en intérieur (bureau ou hangar), afin de **supprimer le risque par inhalation en intérieur**, il est recommandé de **vérifier le réel potentiel de dégazage des composés volatils dans le milieu souterrain** par la mise en place de piézairs et le prélèvement des gaz du sol au droit des concentrations maximales actuelles ou résiduelles mesurées dans les sols et dans la nappe et/ou au droit du futur bureau.

En effet, la modélisation des concentrations réalisée depuis les sols et les eaux souterraines vers l'air intérieur est reconnue comme particulièrement majorante en termes de transfert. Ainsi, si la construction d'un bâtiment est envisagée, et afin de limiter les incertitudes liées au facteur volatilisation eau → air du sol ou sol → air du sol, il est recommandé de réaliser des piézairs et ainsi caractériser le réel potentiel de dégazage du milieu souterrain. In fine, les données gaz du sol seraient exploitées en lieu et place des données sols ou eaux souterraines.

Ces ouvrages pourraient être réalisés lors d'un diagnostic dédié ou en amont des travaux de réhabilitation. Une mise à jour du plan de gestion pourrait être réalisée sur la base de ces nouveaux résultats.

En complément, afin de **supprimer le risque par ingestion de sol**, il est recommandé de **recouvrir les sols hors bâti** sur tout ou partie de la zone d'étude (selon les concentrations en PFAS mesurées dans les sols) par une couche de matériaux d'apport de qualité contrôlée et compatible avec cet usage d'au moins 30 cm, de l'enrobé ou une dalle béton.

Ainsi, au regard des données disponibles, des calculs réalisés, des hypothèse retenues, et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site **serait compatible du point de vue sanitaire avec un usage futur de type :**

- **Industriel en intérieur (bureau ou hangar)** en rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol, sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - **vérification du potentiel de dégazage des composés volatils** au droit des concentrations maximales actuelles ou résiduelles dans les sols et les eaux souterraines et/ou au droit du futur bureau. Si cette vérification n'est pas possible, des dispositions constructives visant à limiter l'intrusion ou l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment devront être envisagées (mise en place de mesures constructives au droit du futur hangar ou suppression de tout cloisonnement dans le futur hangar) ;
  - **ET recouvrement des sols hors bâti** sur tout ou partie de la zone d'étude (selon les concentrations en PFAS mesurées dans les sols) par une couche de matériaux d'apport de qualité contrôlée et compatible avec cet usage d'au moins 30 cm, de l'enrobé ou une dalle béton ;
- **Industriel en extérieur** (espaces verts).

7 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.

7.1 INCERTITUDES SUR LES CONCENTRATIONS PRISES EN COMPTE

7.1.1 Incertitudes liées à l'échantillonnage

Le calcul des risques est basé sur des analyses d'échantillons de sol et d'eau souterraine réalisées ponctuellement lors d'investigations menées sur le site.

7.1.1.1 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.

Dans le cas présent, les prélèvements et analyses réalisés peuvent être jugés globalement représentatifs de la qualité des sols au droit de la zone d'étude, particulièrement pour les hydrocarbures, même si une pollution concentrée ponctuelle entre deux points de prélèvements ne peut jamais être exclue.

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.

Par ailleurs, les extensions des impacts en PFAS dans les sols n'ont pas été complètement délimités, notamment au nord et à l'est de l'aire à feux. Des investigations complémentaires sur les sols avant ou pendant les travaux de réhabilitation pourraient être envisagées pour sécuriser ces travaux.

Concernant les composés les plus volatils comme les hydrocarbures C_5-C_{16} et les BTEXN notamment, leurs caractéristiques physico-chimiques en font des composés parfois peu adsorbés sur les sols, mais présents en quantités importantes dans les gaz du sol. C'est pour cette raison que la réalisation de piézairs et le prélèvement des gaz du sol au droit des concentrations maximales dans les sols sont recommandés afin de vérifier le réel potentiel de dégazage de ces composés.

7.1.1.2 Echantillonnage des eaux souterraines

Les eaux souterraines ont fait l'objet d'une campagne de prélèvements en février 2025 par DIE Remediation, sur les 3 ouvrages implantés sur le site. 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.

Pour cette raison, les données exploitées dans l'EQRS correspondent aux concentrations maximales mesurées dans les 3 ouvrages, quelle que soit leur position hydraulique pour la voie d'exposition par inhalation en intérieur, et aux concentrations moyennes mesurées dans les 3 ouvrages pour la voie d'exposition par inhalation en extérieur.

7.1.1.3 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 d'une seule campagne de prélèvements, sur trois points de prélèvements localisés au droit de la zone reconnue comme impactée par des PFAS. Sur la base de cette seule campagne, il existe donc 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.

De plus, les concentrations maximales en PFAS dans les sols n'ont pas été caractérisées à ce stade, les ouvrages ayant été posés en fonction des concentrations maximales et résiduelles avant le diagnostic complémentaire. Il est suspecté une influence significative des concentrations en PFAS dans les gaz du sol sur les niveaux de risques calculés (pour la configuration la plus pénalisante, c'est-à-dire le bureau dans le hangar), lorsque ces mêmes teneurs sont multipliées par un facteur 100.

Dans le cas où le scénario industriel en intérieur (hangar avec ou sans bureau) serait retenu comme projet d'aménagement :

- Pour une meilleure représentativité des données sur les gaz du sol, la réalisation d'au moins une nouvelle campagne de prélèvement est nécessaire.
- Par ailleurs, il est recommandé de vérifier le potentiel de dégazage des autres composés volatils détectés dans les sols et la nappe (HC, BTEXN).

7.1.2 Incertitudes liées aux analyses d'hydrocarbures

La distinction aliphatique/aromatique n'a pas été effectuée pour toutes les coupes et tous les milieux 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 basse permettent d'orienter les recommandations et conclusions de l'étude.

Cette incertitude peut être levée par analyse en laboratoire des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques de façon séparée, mais permet de majorer de façon raisonnable les calculs réalisés.

7.2 INCERTITUDES ENTOURANT LA SELECTION DES VTR

7.2.1 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, DIE Remediation 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.

7.2.2 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.

7.2.3 VTR des PFAS

Les données sur la toxicité des PFAS sont encore à l'étude, et assez peu ou pas documentées pour certains composés. Il en résulte qu'à l'heure actuelle, peu de PFAS disposent de VTR, et ces VTR sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'évolution des connaissances.

La présente étude a été réalisée sur la base des données de toxicité disponibles début avril 2025, et suivant les recommandations de la note DGS de 2014 pour le choix des VTR. Elle est donc conforme à la méthodologie nationale en vigueur et prend en compte les connaissances disponibles à date.

7.3 INCERTITUDES LIEES A LA MODELISATION DES TRANSFERTS DANS L'AIR

7.3.1 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 :

MODELISATION DANS L'AIR INTERIEUR	MODELISATION DANS L'AIR EXTERIEUR	AUTRES LIMITES DE LA SOLUTION ANALYTIQUE
Le modèle ne tient compte que de la diffusion du polluant par les fissures des fondations.	**RISC utilise dans l'air extérieur un modèle de dispersion (latérale et transversale) qui n'utilise que trois paramètres, la distance de la source à la cible, la vitesse du vent et la hauteur de la zone de respiration d'un adulte (1.5 m).**	**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).	**La concentration dans l'air est constante sur toute la hauteur de la « boite » Néanmoins, dès que l'utilisateur sort des dimensions de celle-ci, elle devient nulle. La représentation de la réalité est donc erronée.**	**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 14 : 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.

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.

7.3.2 Incertitudes liées aux paramètres de modélisation des transferts vers l'air extérieur

Les calculs réalisés avec le modèle dit « boîte » 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.

7.3.3 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 de type limon sableux.

C'est cette nature du sol qui a été utilisée dans le modèle mathématique pour le calcul de l'exposition. Ce type de sol tend plutôt à favoriser les phénomènes de transfert, il serait donc majorant.

7.4 INCERTITUDES SUR LES PARAMETRES 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, DIE Remediation 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.

7.5 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 ou dans les eaux n'a été prise en compte, alors que des études récentes tendraient à montrer que pour des sources sols ou des nappes profondes, ces phénomènes joueraient un rôle important dans la limitation des transferts de polluants depuis les sols ou les nappes vers l'air ambiant ;
- Les concentrations maximales mesurées dans les sols et les eaux souterraines sur site ont été utilisées pour l'évaluation des expositions en intérieur (inhalation) ;
- Les concentrations moyennes mesurées dans les sols et les eaux souterraines sur site ont été utilisées pour l'évaluation des expositions en extérieur (inhalation et ingestion) ;
- Le type de sol de type limon sableux utilisé dans le logiciel Risc Workbench est reconnu pour majorer les transferts ;
- Les données morphologiques utilisées par défaut sont conservatrices ;
- Les facteurs d'exposition retenus sont majorants.

8 RAPPEL DES HYPOTHESES DE CALCULS DES RISQUES SANITAIRES

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

- Bâtiment(s) à usage industriel, sans niveau de sous-sol ;
- Usage industriel en extérieur (espaces verts) ;
- Taux de ventilation minimum des locaux de 12 v/j (bureau RDC) ;
- Absence de logements (de fonction ou autres) ;
- 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 BILAN COUTS/AVANTAGES

9.1 INTRODUCTION AU DEROULEMENT DE L'ETUDE ET LIMITES DU BILAN COUTS/AVANTAGES PROPOSE

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 (sol et zone de battement de nappe) 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 (sol et zone de battement de nappe), 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 DIE Remediation a participé. Néanmoins, il ne s'agit pas d'un devis et DIE Remediation 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 **OU** devant être traités 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 de qualité contrôlée et compatible avec les usages prévus, 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.

Dans le cas où les techniques présélectionnées dans la première étape laisseraient sur site une pollution résiduelle qui génèrerait des risques sanitaires et/ou environnementaux, une seconde étape consiste à sélectionner des dispositions constructives et/ou des restrictions d'usage adaptées au contexte.

9.2 DETERMINATION DES SURFACES ET VOLUMES A TRAITER

Les zones de pollutions concentrées en hydrocarbures C_5-C_{10}, hydrocarbures C_{10}-C_{40} et PFAS résultent de la détermination des seuils de coupure et ont été adaptées en fonction de la configuration du site, des sources de pollutions potentielles et du retour d'expérience de DIE Remediation.

Le tableau ci-après reprend les caractéristiques des zones à traiter en zone insaturée et en zone de battement de nappe.

Les emprises globales estimées des zones de pollutions concentrées en hydrocarbures C_5-C_{10}, hydrocarbures C_{10}-C_{40} et PFAS sont disponibles sur la Figure 13 en page suivante.

Les emprises des **hydrocarbures C_5-C_{40}** entre 2 et 3 m de profondeur ont été définies en fonction des emprises mises en évidences sur la couche supérieure. Pour l'impact entre 3 et 4 m de profondeur, une emprise de 5 m de diamètre autour de S29 a été retenue. Au regard du faible nombre de données entre 3 et 4 m de profondeur, cette hypothèse est sécuritaire mais reste à vérifier par des investigations complémentaires de dimensionnement.

A noter qu'au regard de la nature des composés, les emprises des hydrocarbures C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40} ont été jointes en une seule et même emprise. En effet, il apparait que les fractions C_{10}-C_{12} sont fortement majoritaires en ce qui concerne les hydrocarbures C_{10}-C_{40}. De par leur nature, ces fractions peuvent être appréhendées de manière identique aux fractions C_5-C_{10} dans le cadre de travaux de réhabilitation.

Concernant les **PFAS**, au regard des données disponibles, dans une démarche sécuritaire, un seul horizon entre 0 et 3 m a été retenu pour l'analyse cartographique et la définition des zones d'intérêt à traiter. La concentration maximale au droit de chaque sondage, toute profondeur confondue, a été retenue. Sur la base de ces interpolations, plusieurs hypothèses ont été retenues pour la suite de l'étude :

- Hypothèse réaliste : un seuil de coupure à 90 µg/kg pour les 30 PFAS dans les sols entre 0 et 3 m de profondeur ;
- Hypothèse intermédiaire : un seuil de coupure à 150 µg/kg pour les 30 PFAS dans les sols entre 0 et 3 m de profondeur ;
- Hypothèse optimiste : un seuil de coupure à 150 µg/kg pour les 30 PFAS dans les sols entre 2 et 3 m de profondeur. Il apparait en effet que les concentrations pour les 30 PFAS entre 1 et 2 m de profondeur au droit de SC3 et SC4 sont inférieures à 150 µg/kg.

Enfin, en fonction des hypothèses, des sols sont impactés par les PFAS et les hydrocarbures C_5-C_{40}, au-delà des seuils de coupures définis, entre 1 et 3 m de profondeur.

Les emprises des zones de pollution concentrées concernées par les différents seuils et hypothèses, leur caractéristiques et les volumes estimatifs sont présentés dans les pages qui suivent.

Hypothèse réaliste (seuil à 90 µg/kg pour les 30 PFAS entre 0 et 3 m)



Figure 13 : Emprises des zones de pollutions concentrées définies en hydrocarbures C_5-C_{40} et PFAS dans les sols – hypothèse réaliste

Zones de pollution concentrée									
Milieu	Sondage	Zone d'intérêt	Impact	Délimitation / extension latérale et origine potentielle	Dimensions estimées				Lithologie
					Aire (m²)	Prof. Sup. (m/sol)	Prof. Inf. (m/sol)	Volume (m^3)	
ZNS	SC3 et SC4 (PZR1)	A	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4 Concentrations les plus importantes dans les gaz du sol au droit du site (PZR1)	600	0	1	600	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	S6 et S7	B	Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530 et 1970 mg/kg)	Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_{10}-C_{12} majoritaire pour les HC C_{10}-C_{40}	70	0	1	70	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	SC3 et SC4	C	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4	260	1	2	260	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	S6, S7, S9 et S10	D	Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530, 1970, 2530 et 3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_5-C_{10}	675	1	2	675	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	SC3 et SC4 (PZR1) S6, S7, S9 et S10	E	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg) Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530, 1970, 2530 et 3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4 pour les PFAS Absence de données sur les gaz du sol pour les HC Concentrations en PFAS les plus importantes dans les gaz du sol au droit du site (PZR1) Fractions C_{10}-C_{12} majoritaire pour les HC C_{10}-C_{40}	345	1	2	345	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	SC3 et SC4	F	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4, et de délimitation verticale au delà de 3 m Proche zone de battement de nappe	270	2	3	270	Limon plus ou moins sablo-graveleux
	S6, S7, S9 et S10	G	Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530, 1970, 2530 et 3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_5-C_{10} Proche zone de battement de nappe	530	2	3	530	Limon plus ou moins sablo-graveleux
	SC3 et SC4 (PZR1) S6, S7, S9 et S10	H	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg) Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530, 1970, 2530 et 3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4 pour les PFAS, , et de délimitation verticale au-delà de 3 m Concentrations en PFAS les plus importantes dans les gaz du sol au droit du site (PZR1) Fractions C10-C12 majoritaire pour les HC C10-C40 Absence de données sur les gaz du sol pour les HC Proche zone de battement de nappe Pas d'impact significatif en HC dans les eaux souterraines	350	2	3	350	Limon plus ou moins sablo-graveleux
ZS	S29	I	Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (402 mg/kg)	Pas d'impact significatif en HC dans les eaux souterraines	25	3	4	25	Limon plus ou moins sablo-graveleux

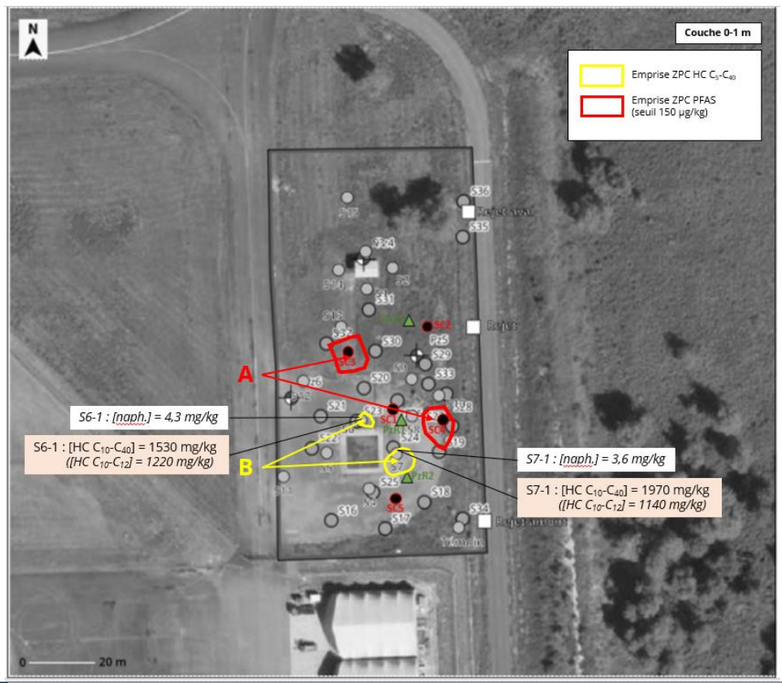
Tableau 15 : Caractéristiques des zones de pollutions concentrées définies – hypothèse réaliste

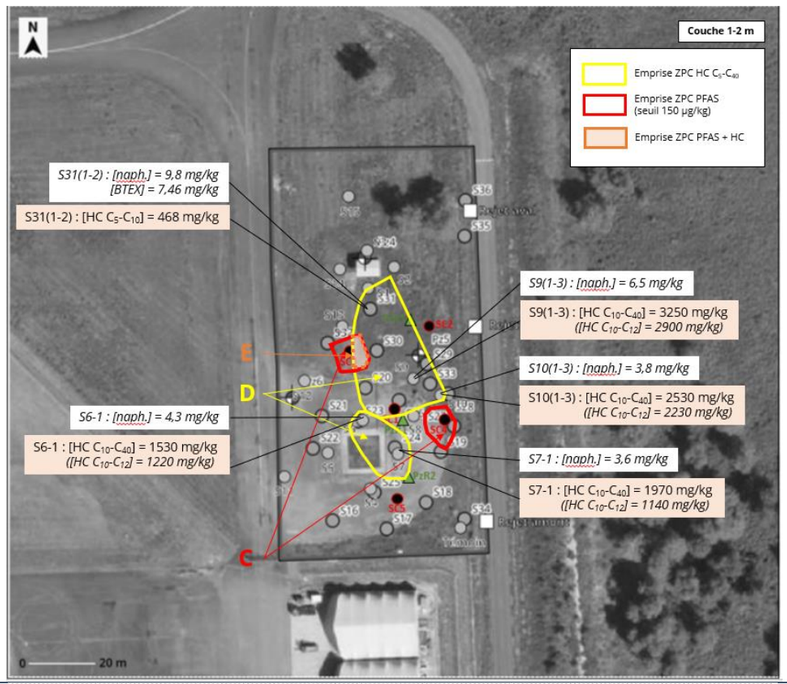
Sur la base des seuils de coupure retenus pour l'hypothèse réaliste, un **volume total d'environ 3 125 m³ de terres impactées**, soit environ 5 625 tonnes, serait à gérer dans le cadre de la **maîtrise des pollutions concentrées**.

Les volumes se décomposent comme suit :

- 1 300 m³ de terres impactées par les hydrocarbures seuls (mais avec présence de PFAS à des concentrations inférieures au seuil de 90 µg/kg), soit 42% du volume total ;
- 1 130 m³ de terres impactées par les PFAS seuls, soit 36% du volume total ;
- 695 m³ de terres impactées par les hydrocarbures et PFAS, soit 22%.

Hypothèse intermédiaire (seuil à 150 µg/kg pour les 30 PFAS entre 0 et 3 m)





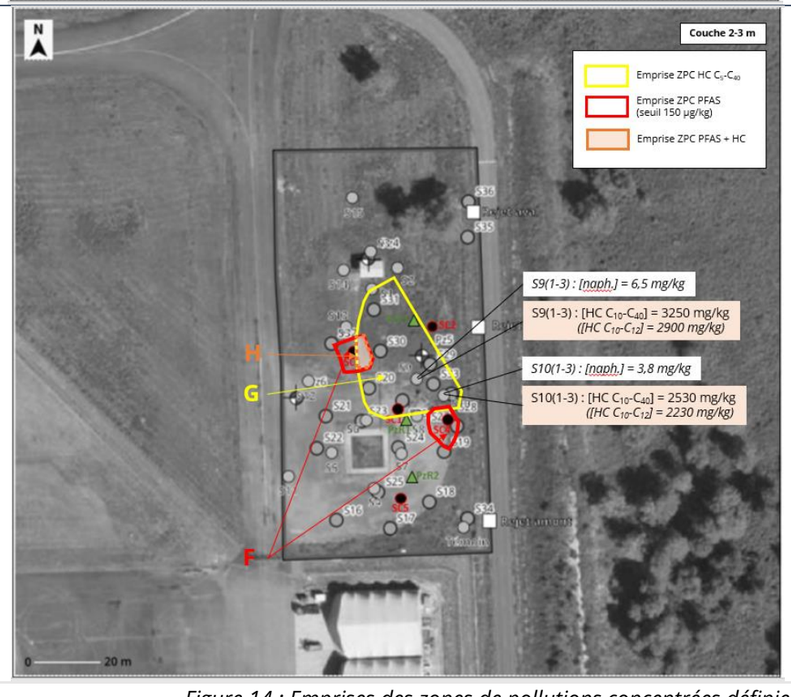




Figure 14 : Emprises des zones de pollutions concentrées définies en hydrocarbures C_5-C_{40} et PFAS dans les sols – hypothèse intermédiaire

Zones de pollution concentrée									
Milieu	Sondage	Zone d'intérêt	Impact	Délimitation / extension latérale et origine potentielle	Dimensions estimées				Lithologie
					Aire (m²)	Prof. Sup. (m/sol)	Prof. Inf. (m/sol)	Volume (m^3)	
ZNS	SC3 et SC4 (PZR1)	A	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4 Concentrations les plus importantes dans les gaz du sol au droit du site (PZR1)	180	0	1	180	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	S6 et S7	B	Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530 et 1970 mg/kg)	Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_{10}-C_{12} majoritaire pour les HC C_{10}-C_{40}	70	0	1	70	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	SC3 et SC4	C	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4	130	1	2	130	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	S6, S7, S9 et S10	D	Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530, 1970, 2530 et 3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_5-C_{10}	1010	1	2	1010	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	SC3 S9	E	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg) Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_{10}-C_{12} majoritaire pour les HC C_{10}-C_{40}	40	1	2	40	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	SC3 et SC4	F	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4, et de délimitation verticale au delà de 3 m Proche zone de battement de nappe	140	2	3	140	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	S6, S7, S9 et S10	G	Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530, 1970, 2530 et 3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_5-C_{10} Proche zone de battement de nappe	870	2	3	870	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	SC3 S9	H	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg) Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4 pour les PFAS, , et de délimitation verticale au-delà de 3 m Fractions C10-C12 majoritaire pour les HC C10-C40 Absence de données sur les gaz du sol Proche zone de battement de nappe Pas d'impact significatif en HC dans les eaux souterraines	40	2	3	40	Limon plus ou moins sablo-graveleux
ZS	S29	I	Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (402 mg/kg)	Pas d'impact significatif en HC dans les eaux souterraines	25	3	4	25	Limon plus ou moins sablo-graveleux

Tableau 16 : Caractéristiques des zones de pollutions concentrées définies – hypothèse intermédiaire

Sur la base des seuils de coupure retenus pour l'hypothèse intermédiaire, un **volume total d'environ 2 505 m^3 de terres impactées**, soit environ 4 509 tonnes, serait à gérer dans le cadre de la **maîtrise des pollutions concentrées**.

Les volumes se décomposent comme suit :

- 1 975 m^3 de terres impactées par les hydrocarbures seuls (mais avec présence de PFAS à des concentrations inférieures au seuil de 150 µg/kg), soit 79% du volume total ;
- 450 m^3 de terres impactées par les PFAS seuls, soit 18% du volume total ;
- 80 m^3 de terres impactées par les hydrocarbures et PFAS, soit 3%.

Hypothèse optimiste (seuil à 150 µg/kg pour les 30 PFAS entre 2 et 3 m)

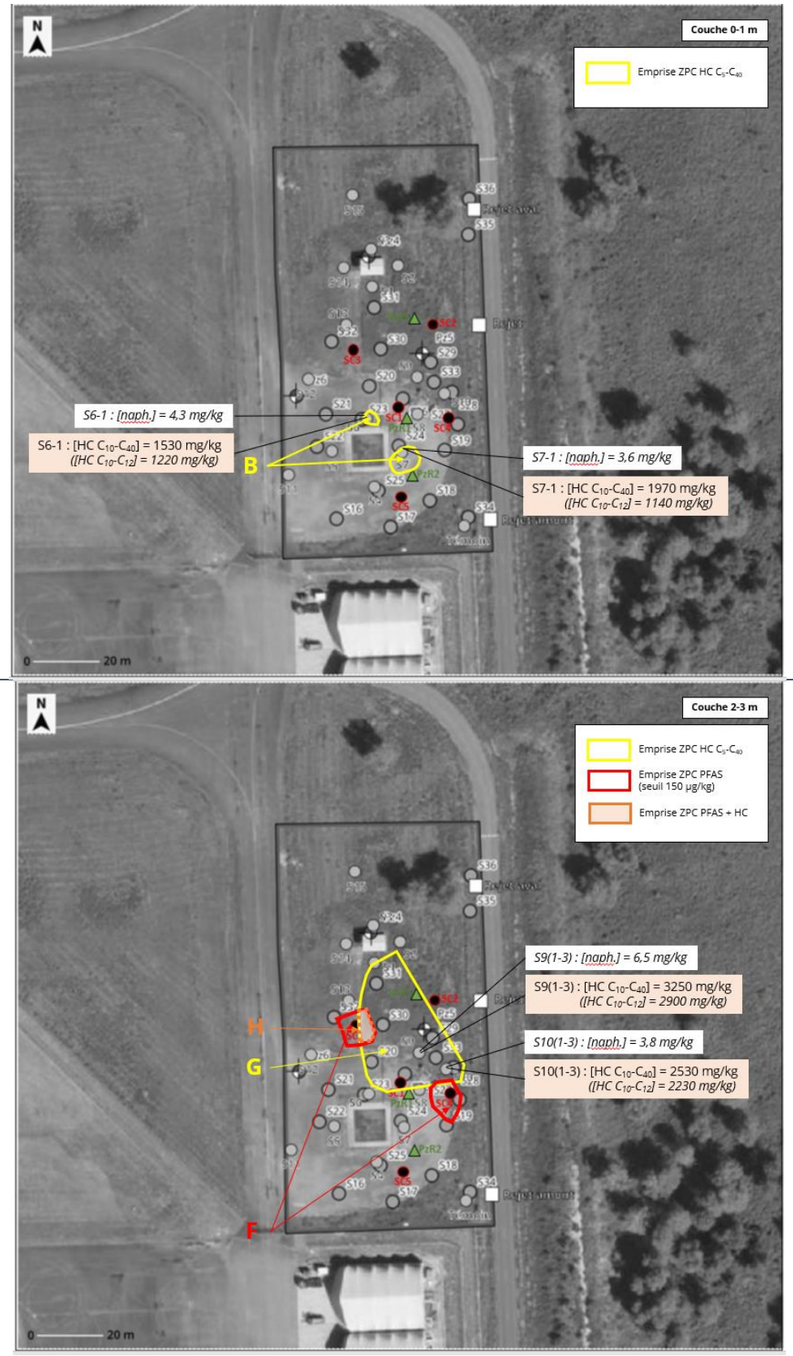


Figure 15 : Emprises des zones de pollutions concentrées définies en hydrocarbures C_5-C_{40} et PFAS dans les sols – hypothèse optimiste

Zones de pollution concentrée									
Milieu	Sondage	Zone d'intérêt	Impact	Délimitation / extension latérale et origine potentielle	Dimensions estimées				Lithologie
					Aire (m²)	Prof. Sup. (m/sol)	Prof. Inf. (m/sol)	Volume (m^3)	
	S6 et S7	B	Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530 et 1970 mg/kg)	Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_{10}-C_{12} majoritaire pour les HC C_{10}-C_{40}	70	0	1	70	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	S6, S7, S9 et S10	D	Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530, 1970, 2530 et 3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_5-C_{10}	1050	1	2	1050	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	SC3 et SC4	F	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4, et de délimitation verticale au delà de 3 m Proche zone de battement de nappe	140	2	3	140	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	S6, S7, S9 et S10	G	Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (1530, 1970, 2530 et 3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données sur les gaz du sol Fractions C_5-C_{10} Proche zone de battement de nappe	870	2	3	870	Argile grise à marron jusqu'à 1,5 à 2,5 m
	SC3 S9	H	Impact en PFAS (30 composés) en phase adsorbée (211,87 et 183,26 µg/kg) Impact en hydrocarbures C_{10}-C_{40} en phase adsorbée (3250 mg/kg) Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (1810 mg/kg)	Absence de données de délimitation horizontale au nord de SC3 et à l'est de SC4 pour les PFAS, , et de délimitation verticale au-delà de 3 m Fractions C10-C12 majoritaire pour les HC C10-C40 Absence de données sur les gaz du sol Proche zone de battement de nappe Pas d'impact significatif en HC dans les eaux souterraines	40	2	3	40	Limon plus ou moins sablo-graveleux
ZS	S29	I	Impact en hydrocarbures C_5-C_{10} en phase adsorbée (402 mg/kg)	Pas d'impact significatif en HC dans les eaux souterraines	25	3	4	25	Limon plus ou moins sablo-graveleux

Tableau 17 : Caractéristiques des zones de pollutions concentrées définies – hypothèse optimiste

Sur la base des seuils de coupure retenus pour l'hypothèse optimiste, un **volume total d'environ 2 195 m³ de terres impactées**, soit environ 3 951 tonnes, serait à gérer dans le cadre de la **maîtrise des pollutions concentrées**.

Les volumes se décomposent comme suit :

- 2 015 m^3 de terres impactées par les hydrocarbures seuls (mais avec présence de PFAS à des concentrations inférieures au seuil de 150 µg/kg), soit 92% du volume total ;
- 140 m^3 de terres impactées par les PFAS seuls, soit 6% du volume total ;
- 40 m^3 de terres impactées par les hydrocarbures et PFAS, soit 2%.

9.3 RAPPEL DE QUELQUES DONNEES D'ENTREE COMPLEMENTAIRES UTILES A LA COMPREHENSION DU BILAN COUTS/AVANTAGES

On rappellera les principaux éléments suivants :

- Le site est en milieu militaro-aéroportuaire ;
- L'état actuel de la connexion avec le réseau électrique ou le réseau gaz n'est pas connu ;
- La totalité des superstructures et infrastructures est toujours en place ;
- Une faible surface de la zone D est localisée sous le bassin ;
- Le niveau de nappe a été observé à environ 3 m de profondeur par rapport au terrain naturel, selon les ouvrages, en février 2025, ce qui implique qu'une partie des impacts en hydrocarbures se trouvent en zone de battement de nappe, voire en début de zone saturée (zones F à I) ;
- Enfin, l'usage futur envisagé est un usage industriel (hangar avec ou sans bureau) ou un usage industriel en extérieur (espaces verts).

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 permettant de traiter les pollutions concentrées sont définis au chapitre 5.5 :

- HC C_5-C_{10} : 250 mg/kg ;
- HC C_{10}-C_{40} : 1 000 mg/kg ;
- 30 PFAS : 90 µg/kg ou 150 µg/kg.

Pour rappel, ces seuils de coupure permettraient également le traitement des sols concernés par des teneurs anomaliques en naphtalène et BTEX.

Ils ont permis de définir les zones d'intérêt à traiter dans le cadre de la maitrise des pollutions concentrées.

Les calculs de risques sanitaires réalisés toutes pollutions en place (donc intégrant les actuelles pollutions concentrées) ont quant à eux montré des niveaux de risques supérieurs aux niveaux de référence. Le traitement des pollutions concentrées serait donc contraint par des critères sanitaires, qui seraient, par retour d'expérience, très bas et donc contraignant pour les travaux, en termes de survolumes à traiter, et de coûts associés. C'est la raison pour laquelle des prélèvements sur les gaz du sol au droit des concentrations maximales dans les sols et les eaux souterraines sont fortement recommandés, afin de vérifier le potentiel de dégazage des composés en place dans ces milieux et d'affiner les niveaux de risques associés. Sans préjuger des résultats de tels prélèvements, il est vraisemblable, sur la base du retour d'expérience de DIE Remediation, qu'ils permettent d'atteindre les niveaux de risques de référence pour la voie d'exposition par inhalation.

A ce stade, seuls les seuils de coupure définis dans les sols constituent les objectifs de réhabilitation provisoires dans les sols pour l'établissement du bilan coûts/avantages.

Pour rappel, la définition des objectifs de réhabilitation finaux devra également tenir compte des techniques de traitement qui seront mises en œuvre.

9.4 DEFINITION DES CRITERES DE COMPARAISON DU BILAN COUTS/AVANTAGES

Les critères de comparaison retenus par DIE Remediation dans le cadre du présent bilan coûts/avantages sont les suivants :

CRITERE	SOUS-CRITERES	DEFINITION
Techniques, normatifs et organisationnels	Faisabilité technique	Faisabilité de la technique au regard des composés en présence, des contextes géologique et hydrogéologique et de l'accessibilité au site
	Elimination de la masse	Efficacité de la technique pour abattre la masse de composés
	Maitrise des risques	Performance de la technique pour maitriser les risques sanitaires et environnementaux des pollutions
	Durée d'exécution des travaux	Durée de mise en œuvre des travaux
Economiques	Coût de la mise en œuvre	
	Coût des suivis ultérieurs	
Environnementaux et Hygiène et Sécurité	Hygiène et sécurité	Pour les travailleurs du chantier mais aussi pour les riverains (ex : augmentation du trafic routier => + de risque pour les riverains)
	Energie dépensée	
	Utilisation de ressources naturelles	Les ressources naturelles incluent le gaz /l'électricité, mais aussi par ex les matériaux de remblayage (remblais sains / terre végétale)
	Bilan carbone	BC de l'ensemble des travaux (émissions liées aux techniques mais aussi au trafic routier généré)
	Déchets générés	Déchets générés par l'ensemble des travaux, ie le chantier en lui-même mais aussi les déchets intrinsèques à la technique (par ex terres sortant du site, etc ...)
Socio-politiques	Nuisances pendant travaux	Odeurs, bruit, gêne/ impact visuel
	Trafic routier	
	Acceptabilité sociale et administrative	Traitement de masse vs maitrise des risques vs nuisances vs durée Saturation des centres de stockage (PRPGD)
Juridiques et réglementaires	Restrictions d'usages	Restrictions d'usage (usages possibles et zonage, maintien de certaines installations et servitudes d'accès, etc nécessaires à l'issue des travaux du fait des pollutions résiduelles et du niveau de maitrise de leurs impacts
	Surveillance obligatoire	

Tableau 18 : Critères de comparaison retenus

9.5 ETUDE DES MEILLEURES TECHNOLOGIES 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.

9.5.1 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 le Tableau 19.

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

METHODES	AVANTAGES	INCONVENIENTS	CAUSE DU REJET DE LA FAMILLE DE TRAITEMENTS
1. Traitements hors site	▪ 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	▪ 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 ▪ Coût en général plus élevé ▪ Nécessite l'apport de terres extérieures pour reboucher les fouilles	**Retenue** Technique rapide et efficace, pollution accessible, bons critères techniques, normatifs et organisationnels
2. Traitements sur site	▪ 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	▪ 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	**Retenue pour les hydrocarbures et les PFAS** Technique adaptée à la nature de certains polluants Peut-être en complément d'un traitement hors site pour les composés biodégradables
3. Traitements in situ	▪ *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*	▪ *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*** *Lithologie pas adaptée (argile = peu ou pas perméable), nature et localisation de certains polluants pas adaptées*
4. Confinement	▪ *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*	▪ *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)*	***Non retenue*** *La pollution est accessible et/ou traitable sans mise en place de servitudes (critères juridiques et réglementaires). Confinement sur site non compatible avec les contraintes d'un aéroport militaire* *Risque de non pérennité du confinement in situ sur le long terme, en particulier sous nappe*

Tableau 19 : Avantages et inconvénients des différentes techniques de dépollution des sols

Compte tenu du caractère non adapté à la problématique du site des techniques de confinement (à la fois techniquement et stratégiquement), et des techniques in situ, nous ne les avons pas retenues dans notre programme d'étude. Aussi, seules les techniques hors site et sur site apparaissent dans le tableau ci-dessous.

9.5.2 Approche par technique

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

TECHNOLOGIE	DEFINITION / DESCRIPTION	AVANTAGES	INCONVENIENTS	STATUT
Transport et traitement des terres en centre d'incinération	▪ *Excavation, chargement, transport et traitement des terres dans un centre de traitement par incinération (déstructuration du sol sous très haute température (1 200°C))*	▪ *Risques juridiques éliminés à long terme* ▪ *Mise en œuvre rapide* ▪ *Revalorisation immédiate* ▪ *Possibilité de traiter de très fortes concentrations* ▪ *Peut intéresser des centres de traitement en cas de forte valeur PCI des terres*	▪ *Coûts très élevés (de l'ordre de 370 à 400 €/t hors transport) et peu pertinents lorsque d'autres filières sont possibles* ▪ *Peu de centres de traitement en France, aucun à proximité immédiate du site* ▪ *Empreinte environnementale très peu satisfaisante (transport et énergie consommée)* ▪ *Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouilles* ▪ *Existence de limites d'acceptation (concentrations : S, Cl, PCB, etc…)*	***Non retenue*** *Des filières d'acceptation plus économiques sont adaptées à la nature des polluants présents et aux niveaux de concentrations*
Transport et traitement des terres en centre de désorption thermique	▪ *Excavation, chargement, transport et traitement des terres dans un centre de désorption thermique (250-550°C selon les composés)*	▪ *Risques juridiques éliminés à long terme* ▪ *Mise en œuvre rapide* ▪ *Revalorisation immédiate* ▪ *Possibilité de traiter de très fortes concentrations* ▪ *Peut intéresser des centres de traitement en cas de forte valeur PCI des terres*	▪ *Coûts très élevés (de l'ordre de 145 à 305 €/t hors transport) et peu pertinents lorsque d'autres filières sont possibles* ▪ *Peu de centres de traitement en France, aucun à proximité immédiate du site* ▪ *Empreinte environnementale très peu satisfaisante (transport et énergie consommée)* ▪ *Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouilles* ▪ *Existence de limites d'acceptation (concentrations en S, Cl, PCB, etc…)*	***Non retenue*** *Des filières d'acceptation plus économiques sont adaptées à la nature des polluants présents et aux niveaux de concentrations*
Transport et stockage des terres en ISDD	▪ Excavation, chargement, transport et stockage des terres vers une ISDD (Installation de Stockage des Déchets Dangereux)	▪ Mise en œuvre rapide ▪ Revalorisation immédiate ▪ Possibilité de gérer des concentrations parfois assez élevées	▪ Bilan environnemental peu favorable (transport) ▪ Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouilles ▪ Il s'agit seulement d'un stockage. Les terres ne sont pas traitées in fine ▪ Existence de limites d'acceptation sur certaines substances non compatibles avec les concentrations du site ▪ Le producteur des déchets reste responsable des déchets enfouis ▪ Impacts sur le voisinage en raison du trafic routier, du bruit et des émissions d'odeurs ▪ Ne présente aucun intérêt, à technologie équivalente, si l'acceptation en ISDND est possible	**Retenue** Technique intéressante pour les PFAS. En l'absence de valeurs réglementaires pour la plupart des filières, et afin d'éviter tout risque de réutilisation des terres impactées par des PFAS dans le cadre de projets d'aménagement, la solution par enfouissement définitif semble la plus pertinente. Exutoires à consulter en phase PCT pour valider la faisabilité vis-à-vis des PFAS
Transport et stockage des terres en ISDND	▪ Excavation, chargement, transport et stockage des terres vers une ISDND (Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux)	▪ Mise en œuvre rapide ▪ Revalorisation immédiate	▪ Bilan environnemental peu favorable (transport) ▪ Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouilles ▪ Il s'agit seulement d'un stockage. Les terres ne sont pas traitées in fine ▪ Existence de limites d'acceptation sur certaines substances non compatibles avec les concentrations du site ▪ Le producteur des déchets reste responsable des déchets enfouis ▪ Impacts sur le voisinage en raison du trafic routier, du bruit et des émissions d'odeurs	**Retenue** Technique intéressante pour les PFAS. En l'absence de valeurs réglementaires pour la plupart des filières, et afin d'éviter tout risque de réutilisation des terres impactées par des PFAS dans le cadre de projets d'aménagement, la solution par enfouissement définitif semble la plus pertinente. Exutoires à consulter en phase PCT pour valider la faisabilité vis-à-vis des PFAS
Transport et traitement des terres en biocentre	▪ Excavation, chargement, transport et traitement des terres vers un centre de traitement biologique	▪ Risques juridiques éliminés à long terme ▪ Mise en œuvre rapide ▪ Revalorisation immédiate	▪ Bilan environnemental peu favorable (transport) ▪ Nécessite l'apport de terres propres extérieures pour reboucher les fouilles	**Retenue** Techniques intéressantes pour la gestion des hydrocarbures

TECHNOLOGIE	DEFINITION / DESCRIPTION	AVANTAGES	INCONVENIENTS	STATUT
			▪ Existence de limites d'acceptation sur certaines substances (concentrations en ETM notamment) ▪ Valable uniquement pour des pollutions par produits organiques ▪ Impacts sur le voisinage en raison du trafic routier, du bruit et des émissions d'odeurs	Exutoires à consulter en phase PCT pour valider la faisabilité, notamment vis-à-vis de la problématique PFAS
Transport et stockage des terres en plateforme de regroupement/tri/traitement/valorisation	▪ *Excavation, chargement, transport et traitement des terres vers une plateforme de regroupement/valorisation*	▪ *Mise en œuvre rapide* ▪ *Libération rapide du site car les terres sont évacuées* ▪ *Sécurisation du planning*	▪ *Bilan environnemental peu favorable (transport)* ▪ *Existence de limites d'acceptation sur certaines substances* ▪ *Le producteur des déchets reste responsable des déchets* ▪ *Impacts sur le voisinage en raison du trafic routier, du bruit et des émissions d'odeurs*	***Non retenue*** *Bien que ce type d'exutoire puisse être intéressant économiquement pour les PFAS notamment, par rapport à l'ISDND sur laquelle s'applique la TGAP, une réutilisation des terres impactées par des PFAS par ces plateformes n'est pas exclue.* *Dans le cadre de la maitrise des pollutions concentrées, la réutilisation de terres impactées, sans traitement préalable, est à proscrire.*
Lavage des terres hors site	▪ Séparation des particules fines et extraction des polluants dans l'eau	▪ Permet de traiter une grande quantité de polluant ▪ Traitement plutôt que stockage ▪ Durée de traitement relativement rapide ▪ Empreinte environnementale satisfaisante ▪ Revalorisation possible des sols après lavage ▪ *Rendement épuratoire plus important que le lavage in situ*	▪ Ne détruit pas les polluants ▪ Pas rentable économiquement pour des petites quantités ▪ Consommation d'eau importante ▪ Impact sur le voisinage en raison du trafic routier, du bruit et des émissions d'odeurs	**Retenue** Techniques intéressantes pour la gestion des hydrocarbures et PFAS. La présence de PFAS, même inférieure aux seuils de coupures retenus est avérée au droit du site, en mélange avec des HC. Exutoires à consulter en phase PCT pour valider la faisabilité, notamment vis-à-vis de la problématique PFAS (teneur résiduelles attendues dans les terres traitées et gestion des eaux de lavage chargées en PFAS)
Traitement biologique sur site – Landfarming ou biopile	▪ *Optimisation des conditions de biodégradation aérobie des sols par apport d'oxygène et de nutriments*	▪ *Procédé « écologique »* ▪ *Ne nécessite pas d'autorisation spécifique* ▪ *Permet de reboucher les fouilles avec les terres traitées* ▪ *Bilan environnemental très favorable (peu énergivore – pas de transport)*	▪ *Durée de traitement importante* ▪ *Revalorisation décalée dans le temps* ▪ *Nécessite de disposer de surfaces disponibles importantes* ▪ *Oblige à laisser la fouille ouverte (et protégée) pendant une période de plusieurs mois* ▪ *Valable uniquement pour des composés organiques suffisamment biodégradables et en concentrations raisonnables* ▪ *Valable uniquement pour des contaminations par produits organiques* ▪ *Impacts sur le voisinage en raison du bruit et des émissions d'odeurs* ▪ *Augmentation du volume de matériaux en raison de l'ajout d'agents structurants notamment. Problème éventuel de survolumes lors du remblaiement*	***Non retenue*** *Les opérations liées au site (décollage et atterrissage d'avion) ne permettent pas la présence de merlons* ***Les PFAS ne sont pas traités par cette technique : une technique complémentaire est nécessaire.***
Désorption thermique sur site (passage des terres dans un four)	▪ *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.*	▪ *Rendement épuratoire très élevé Concentrations résiduelles usuellement faibles dans les terres traitées* ▪ *Permet de reboucher les fouilles avec les terres traitées* ▪ *Durée de traitement relativement rapide* ▪ *Ne 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)*	▪ *Nécessite de disposer de surfaces disponibles importantes* ▪ *Oblige à laisser la fouille ouverte (et protégée) pendant la période des travaux* ▪ *Nécessite 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 cyanures* ▪ *Impacts sur le voisinage en raison du bruit et des émissions d'odeurs*	***Non retenue*** *Technique couteuse, énergivore et nécessitant des mesures HSE importantes*

TECHNOLOGIE	DEFINITION / DESCRIPTION	AVANTAGES	INCONVENIENTS	STATUT
			▪ *Technique non rentable pour des quantités de terres inférieures à 10 000 tonnes*	
Traitement thermique sur site (en tertres)	▪ *Le chauffage des terres et la volatilisation des composés cibles s'opèrent au sein d'un andain aménagé sur site, après excavation*	▪ *Rendement épuratoire très élevé* ▪ *Concentrations résiduelles usuellement faibles dans les terres traitées* ▪ *Permet de reboucher les fouilles avec les terres traitées* ▪ *Durée de traitement relativement rapide* ▪ *Ne 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)*	▪ *Nécessite de disposer de surfaces disponibles importantes* ▪ *Oblige à laisser la fouille ouverte (et protégée) pendant la période des travaux* ▪ *Nécessite 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 cyanures* ▪ *Impacts sur le voisinage en raison du bruit et des émissions d'odeurs*	***Non retenue*** *Technique couteuse, énergivore et nécessitant des mesures HSE importantes*
Inertage sur site	▪ *Stabilisation/solidification du matériau par malaxage avec du ciment, de la chaux et éventuellement d'autres composés réactifs non toxiques*	▪ *Permet de reboucher les fouilles avec les matériaux stabilisés* ▪ *Durée de traitement relativement rapide* ▪ *Empreinte environnementale satisfaisante (bilan énergétique)*	▪ *Revalorisation décalée dans le temps* ▪ *Nécessite de disposer de surfaces disponibles importantes* ▪ *Oblige à laisser la fouille ouverte (et protégée) pendant la durée des travaux* ▪ *Les matériaux remis en place sont très compacts après maturation et ne permettent pas tous les usages* ▪ *Augmentation du volume de matériaux en raison de l'ajout des agents inertants. Problème éventuel de survolumes lors du remblaiement*	***Non retenue*** *L'usage futur du site n'étant pas clairement défini, la nature des matériaux remis en place peut ne pas être compatible avec le projet*
Lavage des terres sur site	▪ *Séparation des particules fines et extraction des polluants dans l'eau*	▪ *Permet de traiter une grande quantité de polluant* ▪ *Traitement plutôt que stockage* ▪ *Durée de traitement relativement rapide* ▪ *Empreinte environnementale satisfaisante* ▪ *Permet la réutilisation des terres lavées pour remblayer les fouilles*	▪ *Ne détruit pas les polluants* ▪ *Pas rentable économiquement pour des petites quantités* ▪ *Consommation d'eau importante* ▪ *Impact sur le voisinage en raison du bruit et des émissions d'odeurs* ▪ *Nécessité de gérer les eaux de lavage* ▪ *Procédé encombrant* ▪ *Nécessite de grande quantité pour être économiquement viable (> 100 000 tonnes)*	***Non retenue*** *Volumes à gérer trop faibles et coûts trop importants* *Nécessité la réalisation d'un essai pilote très coûteux (environ 100 000 €HT)* *Mise en place de stocks de terres et de machines de lavage qui pourraient ne pas être compatibles avec la configuration du site (atterrissage et décollage d'avions)*

Tableau 20 : 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, les meilleures technologies ou combinaison de technologies disponibles retenues, sous réserve de validation de leur faisabilité, pour traiter la zone insaturée et la zone de battement de nappe, sont les méthodes de traitement / mesures de gestion suivantes :

- **Scénario 1 : excavation, transport et évacuation en biocentre** pour les terres contaminées en hydrocarbures seuls (sous réserve d'acceptation par le biocentre vis-à-vis des PFAS et de leur destination), **et en ISDND ou ISDD** pour les terres contaminées par les PFAS seuls ou en mélange avec les hydrocarbures ;
- **Scénario 2 : excavation, transport et évacuation en ISDD** pour les terres contaminées en hydrocarbures et/ou en PFAS. En effet du fait de la présence de PFAS sur la totalité du site y compris à des concentrations inférieures aux seuils de coupure, que les bactéries ne peuvent pas dégrader les PFAS, et afin d'éviter que les terres traites pour les hydrocarbures mais contenant encore des PFAS soient réutilisées sur des chantiers, une solution de mise en stockage définitif a été étudiée. A ce stade des connaissances, aucune réglementation n'impose au Maitre d'Ouvrage d'évacuer les terres présentant des PFAS en ISDD, et les PFAS ne disposent pas de critère réglementaire ISDI. Cependant, le Maitre d'Ouvrage reste responsable de son déchet ;
- **Solution 3 : excavation et traitement hors site par lavage des terres** impactées par les hydrocarbures et/ou les PFAS.

9.5.3 Descriptif technique des technologies préselectionnées (sols)

Excavation avec talutage

L'excavation des sols est une solution applicable à tous les polluants : elle consiste au retrait à la pelle mécanique, à l'évacuation et à la gestion hors site des terres polluées.

Le remblaiement des fouilles pourra être assuré grâce à l'apport de matériaux sains et avec un compactage, conférant ainsi les caractéristiques géotechniques souhaitées à la fouille remblayée.

Cette méthode, qui ne permet pas le traitement de la pollution mais uniquement son transfert vers des plateformes de stockage ou de traitement hors site, est une méthode rapide et efficace pour l'atteinte des objectifs de dépollution sur site, cependant elle nécessite des conditions d'accès aux terres impactées.

Cette méthode peut également générer des nuisances (olfactives, poussières, bruit), le dégazage des polluants volatils, et des problématiques de stabilité des terrains : un talutage sécuritaire devra alors être mis en œuvre au cours des travaux, ce qui nécessite un espace de travail conséquent autour de la fouille.

Cette méthode peut être utilisée pour traiter les hydrocarbures en zone insaturée ainsi qu'en zone de battement de nappe.

A noter que cette méthode peut être soumise à certaines contraintes lorsqu'elle est réalisée en zone de battement de nappe, comme un rabattement de nappe ou un pompage d'épuisement du fond de fouille en cas de nappe peu productive, afin de pouvoir excaver la profondeur voulue et extraire des terres pelletables. Des travaux en période de basses eaux peuvent également être préconisés. Dans le cas où les contraintes techniques ne permettraient pas d'atteindre la profondeur de sol visée, une injection d'oxydant et un malaxage des terres en fond de fouille avant remblayage pourraient être envisagés.

Transport et stockage

Ces méthodes peuvent être utilisées pour gérer les PFAS seuls ou en mélange avec les hydrocarbures. Afin d'éviter toute réutilisation des terres contaminées aux PFAS sans traitement préalable, un enfouissement définitif est en effet à privilégier à ce stade des connaissances et des techniques de traitement pour ces composés. Le BRGM indique à ce sujet, dans son guide sur le comportement des polluants dans le milieu souterrain de décembre 2024, que concernant les sols et les zones de pollutions concentrées en PFAS, l'excavation suivie par l'enfouissement des terres en centre de stockage ou incinération reste la règle.

Note : une consultation des exutoires en phase PCT est nécessaire pour vérifier l'acceptation des terres par ces filières.

- 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 installations de stockage sont susceptibles de prendre en charge des terres polluées dont les concentrations

sont plus importantes que pour les ISDND. Par ailleurs, lorsque les polluants sont particulièrement lixiviables (ETM), un prétraitement préalable par stabilisation est mis en œuvre.

- 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.

Cette méthode peut être utilisée pour gérer les hydrocarbures seuls.

Note : une consultation des exutoires en phase PCT est nécessaire pour vérifier l'acceptation des terres par ces filières.

Lavage des terres hors site

Le lavage à l'eau est un procédé couramment employé après le tri granulométrique. Les polluants 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 chelatants, d'ajustement de pH, d'ajouts de surfactants.

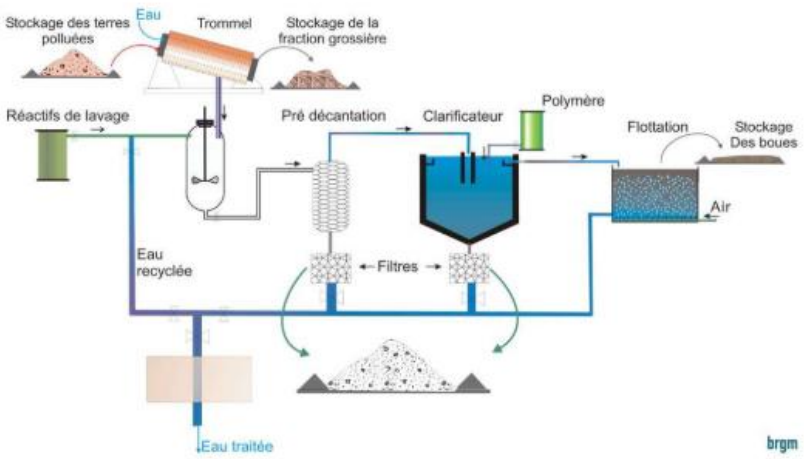


Figure 16 : Schéma de principe du lavage à l'eau (source : BRGM)

9.5.4 Etude technico-économique des solutions présélectionnées

9.5.4.1 Remarques préliminaires : hypothèses de base concernant les technologies hors site

Dans le cas d'une évacuation en biocentre ou centre de stockage, les terres présentant des concentrations supérieures aux objectifs de réhabilitation sont excavées et évacuées vers le(s) centre(s) retenu(s).

On notera que chaque centre 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, DIE Remediation 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, DIE Remediation ne pourra être tenu pour responsable en cas de variations entre les estimations présentées ci-dessous et les destinations finales réellement retenues.

Concernant les PFAS, il n'existe pas de critères nationaux d'acceptation en ISDND ou en ISDD mais ces composés peuvent être contraignants pour les filières en raison de la réglementation naissante autour de ces composés**. Une consultation spécifique doit être réalisée selon le scénario retenu et la qualité des terres qui seront à évacuer depuis les zones concernées par cette mesure de gestion.**

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 200 à 250 m^3 soit 400 tonnes par jour (16 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 et TGAP[5] (sauf pour l'exutoire de type biocentre) ;
- Le remblaiement de la fouille par des terrains d'apport sains ;
- Le démantèlement et le nettoyage du chantier ;
- La remise d'un rapport final.

[5] Taxe Générale sur les Activités Polluantes

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

- L'installation d'une base vie ;
- Les essais et études géotechniques ;
- L'établissement d'un cahier des charges, la consultation d'entreprises travaux avec l'analyse des offres associées ;
- La réalisation et utilisation d'une plateforme provisoire de stockage des terres (les terres seraient évacuées directement après leur excavation) ;
- Le pompage / traitement des eaux polluées aux PFAS présentes dans le bassin ;
- Le démantèlement du bassin ;
- Le démantèlement et l'enlèvement de cuves, tuyauteries et l'évacuation de ces structures qui pourraient être rencontrées de façon inopinée durant le chantier ;
- 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 limitation des cadences de chantier en raison de contraintes d'exploitation du site ;
- La réalisation des travaux en dehors des plages usuelles (en semaine, de 8h00 à 18h00) ;
- La mise à disposition d'une tente et la réalisation d'excavations sous tente ;
- Le rabattement de la nappe et un éventuel traitement de cette dernière ;
- Tout soutènement provisoire des parois des fouilles ;
- La prise en compte d'objectifs de performance pour le compactage des remblais ;
- L'évacuation et la prise en charge de terres propres (terres sus-jacentes ou adjacentes (talutage) aux terres à traiter ;
- Une communication spécifique vis-à-vis des riverains ;
- La Maitrise d'Œuvre (compter entre 8 et 13% du prix de la prestation).

Remarque : avant toute évacuation de déblais, 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 *a minima* (à définir selon l'arrêté préfectoral en vigueur) pour l'obtention d'un CAP sont basées sur l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 définissant les critères d'admission des déchets inertes et aux paramètres complémentaires fréquemment demandés par certaines filières :

- Sur sol brut : COT, BTEX, PCB, HAP, hydrocarbures C_{10}-C_{40}, 12 métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, Sb, Se, Ba, Mo) ;
- Lixiviation 24 h selon la norme NF EN 12457-2 ;
- Sur éluât : arsenic, baryum, cadmium, chrome total, cuivre, mercure, molybdène, nickel, plomb, antimoine, sélénium, zinc, fluorures, indice phénols, COT, fraction soluble, sulfate, chlorure ;
- Cyanures sur brut et éluât (si le contexte le nécessite).

De plus compte tenu de la contamination identifiée par les PFAS sur ce site, les matériaux potentiellement en contact avec les mousses anti-incendie amenés à être évacués du site devront faire l'objet d'une analyse préalable des PFAS.

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 DIE Remediation a participé.

9.5.4.2 Estimations financières

Les coûts estimés ci-dessous, en lien avec les mesures de gestion proposées, ont été calculés sur la base de l'expérience d'opérations similaires auxquelles DIE Remediation a participé et sur la base de dimensionnements spécifiques au présent site (études de coûts dédiées). Rappelons en effet que DIE Remediation réalise en propre des opérations de travaux de réhabilitation.

Le tableau ci-après présente les coûts estimatifs des prestations de traitement des sols en fonction des différentes technologies étudiées. Compte tenu des incertitudes inhérentes à un tel exercice, ils prennent en compte systématiquement un scénario minimal et un scénario maximal. A noter qu'à ce stade des connaissances et des estimatifs, la solution par excavation et évacuation hors site en biocentre, ISDD et ISDND est la plus économique, comme le montre les estimations pour l'hypothèse optimiste présentant les volumes les plus faibles. Seule cette solution a donc été évaluée pour les hypothèses intermédiaire et réaliste impliquant des volumes plus importants.

Hypothèse	Seuil	Scénario de gestion	Durée estimative (hors préparation/ installation)	Coût estimatif en k euros HT	
Hors site **Réaliste**	30 PFAS : 90 µg/kg (0-3 m) HC C_{10}-C_{40} : 1000 mg/kg HC C_5-C_{10} : 250 mg/kg	**Excavation et évacuation en ISDND, ISDD et biocentre**	6 semaines	Biocentre + ISDND : 815 à 980 k€ HT Biocentre + ISDD : 830 à 990 k€ HT	**815 à 990 k€ HT**
Hors site **Intermédiaire**	30 PFAS : 150 µg/kg (0-3 m) HC C_{10}-C_{40} : 1000 mg/kg HC C_5-C_{10} : 250 mg/kg	**Excavation et évacuation en ISDND, ISDD et biocentre**	6 semaines	Biocentre + ISDND : 550 à 660 k€ HT Biocentre + ISDD : 555 à 665 k€ HT	**550 à 665 k€ HT**
Hors site **Optimiste**	30 PFAS : 150 µg/kg (2-3 m) HC C_{10}-C_{40} : 1000 µg/kg HC C_5-C_{10} : 250 µg/kg	**Excavation et évacuation en ISDND, ISDD et biocentre**	6 semaines	Biocentre + ISDND : 455 à 545 k€ HT Biocentre + ISDD : 455 à 545 k€ HT	**455 à 545 k€ HT**
	30 PFAS : 150 µg/kg (2-3 m) HC C_{10}-C_{40} : 1000 µg/kg HC C_5-C_{10} : 250 µg/kg	**Excavation et évacuation en ISDD**	6 semaines	ISDD : 710 à 845 k€ HT	**710 à 845 k€ HT**
	30 PFAS : 150 µg/kg (2-3 m) HC C_{10}-C_{40} : 1000 µg/kg HC C_5-C_{10} : 250 µg/kg	**Excavation et évacuation en ISDND (terres impactées par les HC)** **Excavation et évacuation en ISDD (terres impactées par les PFAS)**	6 semaines	ISDND : 60 à 70 k€ HT ISDD : 640 à 770 k€ HT	**700 à 840 k€ HT**
	30 PFAS : 150 µg/kg (2-3 m) HC C_{10}-C_{40} : 1000 µg/kg HC C_5-C_{10} : 250 µg/kg	**Excavation et traitement hors site par lavage**	6 semaines	Lavage hors site des terres > seuil PFAS : 55 à 65 k€ HT Lavage hors site des terres > seuil HC (mais présence de PFAS) : 610 à 735 k€ HT	**665 à 800 k€ HT**

Tableau 21 : Estimations financières des différentes méthodes retenues pour le traitement des sols

La fourchette de prix des excavations est large, et des essais pilotes (essai de pompage pour rabattement de la nappe en cas d'excavations sous eaux, consultation d'exutoires pour valider l'acceptation des terres…) réalisés dans le cadre d'un Plan de Conception de Travaux, permettront de vérifier les hypothèses utilisées dans le cadre du présent BCA et ainsi affiner la technique et les coûts associés. Dans le cadre de ce PCT, des investigations complémentaires de dimensionnement des travaux sont fortement recommandées, afin de réduire les incertitudes sur le dimensionnement des zones à traiter.

A ce stade, les principales incertitudes qui demeurent concernent les extensions des impacts en PFAS (horizontalement et verticalement) ainsi que l'acceptation des terres impactées en PFAS par les filières et les coûts associés.

A noter que l'augmentation du prix de la TGAP pour les ISDND, d'une valeur de 65 € par tonne en 2025, a été appliquée. La TGAP est sujette à augmenter de manière significative sur les prochaines années pour favoriser la valorisation des terres. Ainsi, dans le cas où la gestion des sources concentrées serait prévue après 2025, une augmentation non négligeable des coûts estimatifs présentés précédemment serait à prévoir.

Pour information, l'évolution du prix de la TGAP des ISDND des dernières années est présentée dans le tableau ci-après (source : loi de finances pour 2019 parue au Journal Officiel du 30 décembre 2019, article 24).

DESIGNATION DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DECHETS NON DANGEREUX CONCERNEES	UNITE DE PERCEPTION	QUOTITE (EN €)						
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	A PARTIR DE 2025
E – Autres installations autorisées	Tonne	41	42	54	58	61	63	65

Tableau 22 : Evolution du prix de la TGAP des ISDND

Une TGAP est également appliquée pour les ISDD avec un montant de 29,81 € par tonne en 2025 (source : BOI du 18/12/2024, n°BOI-BAREME-000039).

9.5.5 Discussion sur les technologies

Le tableau ci-après précise les avantages et inconvénients des trois techniques l'une par rapport à l'autre, notamment en fonction des données du site.

METHODE DE TRAITEMENT	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Hors site **Réaliste** Excavation et évacuation en ISDND, ISDD et biocentre	Traitement rapide Absence de pollution résiduelle, les terres sont évacuées du site Adaptés à tous les types de polluants Technique opérationnelle pour les PFAS (sous réserve de l'acceptation par les filières) Adaptée au contexte du site (aéroport)	Méthode invasive Bilan carbone dégradé (évacuation par camion) Terrassement à réaliser en prenant en compte les nuisances (odeurs, poussières) Nécessité de rabattre la nappe ou d'excaver sous eaux selon la tenue des terrains et la profondeur à atteindre Nécessité d'apport de matériaux sains pour remblayer les fouilles Soumis à acceptation par les filières (biocentre, ISDND et ISDD) **Coûts très élevés au regard de l'enveloppe financière disponible pour la réalisation des travaux de réhabilitation (500 k€)** Stockage plutôt que traitement pour une partie des terres
Hors site **Intermédiaire** Excavation et évacuation en ISDND, ISDD et biocentre	Traitement rapide Absence de pollution résiduelle, les terres sont évacuées du site Adaptés à tous les types de polluants Technique opérationnelle pour les PFAS (sous réserve de l'acceptation par les filières) Adaptée au contexte du site (aéroport)	Méthode invasive Bilan carbone dégradé (évacuation par camion) Terrassement à réaliser en prenant en compte les nuisances (odeurs, poussières) Nécessité de rabattre la nappe ou d'excaver sous eaux selon la tenue des terrains et la profondeur à atteindre Nécessité d'apport de matériaux sains pour remblayer les fouilles Soumis à acceptation par les filières (biocentre, ISDND et ISDD) **Coûts supérieurs à l'enveloppe financière disponible pour la réalisation des travaux de réhabilitation (500 k€)** Stockage plutôt que traitement pour une partie des terres
Hors site **Optimiste** Excavation et évacuation en ISDND, ISDD et biocentre	Traitement rapide Absence de pollution résiduelle, les terres sont évacuées du site Adaptés à tous les types de polluants Technique opérationnelle pour les PFAS (sous réserve de l'acceptation par les filières) Adaptée au contexte du site (aéroport) **Coûts adaptés à l'enveloppe financière disponible pour la réalisation des travaux de réhabilitation (500 k€)**	Méthode invasive Coûts assez élevés Bilan carbone dégradé (évacuation par camion) Terrassement à réaliser en prenant en compte les nuisances (odeurs, poussières) Nécessité de rabattre la nappe ou d'excaver sous eaux selon la tenue des terrains et la profondeur à atteindre Nécessité d'apport de matériaux sains pour remblayer les fouilles **Soumis à acceptation par les filières (biocentre, ISDND et ISDD)** **Stockage plutôt que traitement pour une partie des terres**
Hors site **Optimiste** Excavation et évacuation en ISDD	Traitement rapide Absence de pollution résiduelle, les terres sont évacuées du site Adaptés à tous les types de polluants Technique opérationnelle pour les PFAS (sous réserve de l'acceptation par les filières) Adaptée au contexte du site (aéroport)	Méthode invasive **Coûts supérieurs à l'enveloppe financière disponible pour la réalisation des travaux de réhabilitation (500 k€)** Bilan carbone dégradé (évacuation par camion) Terrassement à réaliser en prenant en compte les nuisances (odeurs, poussières) Nécessité de rabattre la nappe ou d'excaver sous eaux selon la tenue des terrains et la profondeur à atteindre Nécessité d'apport de matériaux sains pour remblayer les fouilles Soumis à acceptation par les filières (biocentre, ISDND et ISDD) Stockage plutôt que traitement
Hors site **Optimiste** Excavation et évacuation en unité de lavage	Traitement rapide Absence de pollution résiduelle, les terres sont évacuées du site Adaptés à tous les types de polluants Technique opérationnelle pour les PFAS Adaptée au contexte du site (aéroport) Valorisation des terres **Principe de précaution appliqué quant à la gestion des terres présentant des PFAS (inférieur ou supérieur au seuil)**	Méthode invasive Coûts assez élevés **Coûts supérieurs à l'enveloppe financière disponible pour la réalisation des travaux de réhabilitation (500 k€)** Bilan carbone dégradé (évacuation par camion) Terrassement à réaliser en prenant en compte les nuisances (odeurs, poussières) Nécessité de rabattre la nappe ou d'excaver sous eaux selon la tenue des terrains et la profondeur à atteindre Nécessité d'apport de matériaux sains pour remblayer les fouilles Soumis à acceptation par les filières

Tableau 23 : Synthèse des avantages et inconvénients des technologies sélectionnées pour le traitement des sols

Aussi, à ce stade des connaissances, DIE Remediation recommande **l'excavation et l'évacuation hors site (biocentre, ISDND et/ou ISDD)**, **sous réserve de l'acceptation des terres par les filières vis-à-vis des concentrations en PFAS (inférieures ou supérieures au seuil de coupure)**, comme mesure de gestion **pour les terres impactées par les hydrocarbures et/ou les PFAS des zones A à I**, avec un seuil de coupure de 150 µg/kg pour les 30 PFAS entre 2 et 3 m de profondeur.

En effet, au regard des connaissances actuelles et des retours d'expérience limités quant à la présence de PFAS sur des sites contaminés et sur les méthodes de traitement des terres impactées par ces composés, de l'absence d'enjeux sanitaires et environnementaux majeurs et de l'enveloppe financière disponible pour la gestion des terres impactées au droit du site, la stratégie a consisté en la priorisation du traitement sur les zones les plus fortement impactées en PFAS et en contact avec les eaux souterraines pour limiter, voire supprimer, un éventuel transfert vers les eaux souterraines au droit du site, tout en améliorant la qualité du milieu souterrain.

A noter qu'en l'état actuel des connaissances, les technologies susceptibles de traiter les PFAS dans les sols sont limitées et coûteuses. Les techniques sont susceptibles d'évoluer en rendement et de diminuer en coût dans les prochaines années.

Pour rappel, la zone d'étude est dans un contexte de cessation d'activité sans libération de foncier, ce qui pourrait permettre de décaler ou d'étaler le traitement dans le temps tout en mettant en place une surveillance sur les eaux souterraines afin d'optimiser les coûts de traitement, voire les volumes à traiter.

A ce stade, les principales incertitudes qui demeurent concernent les extensions des impacts en PFAS (horizontalement et verticalement) ainsi que l'acceptation des terres impactées en PFAS par les filières. Ces deux paramètres sont susceptibles d'avoir une forte influence sur les coûts de traitement et nécessitent d'être vérifiés, dans la mesure du possible, en amont des travaux.

Enfin, DIE Remediation rappelle qu'à l'heure actuelle, bien que certains biocentres puissent accepter les terres impactées en PFAS, les bactéries ne peuvent pas dégrader les PFAS. Ainsi, ce type d'exutoire n'est pas conseillé en première approche, dans la mesure où il est nécessaire d'éviter que les terres traitées pour les HC et qui contiendront encore des PFAS des matériaux d'apport jugés « inertes » et/ou revalorisés dans des aménagements (étant donné l'absence de seuil réglementaire ISDI pour les PFAS).

Au regard de la nouveauté et du manque de retour d'expérience de tous les acteurs des sites et sols pollués dans la gestion de cette famille de composés, les coûts, les seuils d'acceptation ainsi que les méthodes sont susceptibles de très vite évoluer et ne sont valables qu'au moment de la rédaction du présent rapport. DIE Remediation ne saurait être tenu responsable en cas d'évolution de ces données.

Enfin, rappelons que le producteur de déchets reste responsable du devenir de ces déchets même après leur acceptation par une filière et qu'il doit donc s'assurer qu'elles seront éliminées ou valorisées dans le respect des obligations de protection de la santé humaine et de l'environnement. A défaut, il pourra devoir reprendre en charge les terres en question même après leur acceptation.

9.5.6 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 et tonnages de sol traités ainsi que, sur la base des analyses à l'état zéro et à l'état final dans les tertres, le bilan massique des hydrocarbures extraits ;
- Les concentrations obtenues à l'issue du traitement permettront d'effectuer les calculs de l'analyse des risques résiduels (ARR) post-travaux.

Concernant les terres impactées en PFAS, si les analyses ISDI réalisées mettaient en évidence le caractère inerte des sols, et ainsi leur acceptabilité en ISDI ou ISDI+, les teneurs en PFAS restent significatives et les enjeux environnementaux et sanitaires non négligeables. Il en est de même pour la filière biocentre. **Une attention particulière devra donc être portée sur la bonne gestion et la traçabilité de ces terres, afin de s'assurer qu'elles ne puissent jamais porter atteinte à la santé humaine ou à l'environnement**. Ainsi :

- L'utilisation des Bordereaux de Suivi des Déchets devra être systématique (et pas seulement pour les Déchets Dangereux). Elle devra ainsi permettre de garantir la mise en stockage définitif des terres ;
- Une attention particulière devra être portée sur le **caractère non dangereux des matériaux envoyés en ISDND**. En ce sens, il s'agira de faire réaliser des analyses de dangerosité avant tout envoi de matériaux issus des décharges et/ou présentant des teneurs élevées en composés organiques et/ou inorganiques (pas d'envoi de déchets dangereux en ISDND).

Pour ces mêmes raisons, bien que sur les seuls critères d'admission des déchets inertes de l'annexe II de l'arrêté du 12 décembre 2014, qui ne comprennent pas les PFAS, certaines des terres impactées en PFAS auraient théoriquement pu être évacuées en filière de stockage ou de tri/valorisation de déchets inertes ou en biocentre, le plan de gestion prévoit de les évacuer en ISDND ou ISDD (en fonction des critères propres à chaque installation). L'objectif de cette mesure de gestion est qu'elles ne soient pas réutilisées sur un chantier d'aménagement, par exemple, sans étude préalable dédiée (par retour d'expérience, des terres classées ISDI pourraient en effet ne pas être orientées vers une ISDI, mais réutilisées en remblais hors site, sans les études dédiées requises ; de même pour les terres traitées en biocentre). Il s'agit en effet et pour rappel de **pollutions concentrés en PFAS. Elles ne devront en aucun cas être réutilisées ou revalorisées sur un chantier d'aménagement sans les études préalables requises suivant les guides en vigueur de caractérisation et de valorisation des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués.**

Enfin, rappelons que le producteur de déchets reste responsable du devenir de ces déchets même après leur acceptation par une filière et qu'il doit donc s'assurer qu'elles seront éliminées ou valorisées dans le respect des obligations de protection de la santé humaine

et de l'environnement. A défaut, il pourra devoir reprendre en charge les terres en question même après leur acceptation.

9.6 CONCLUSION DU BILAN COUTS/AVANTAGES SUR LES SOLS

Sur la base des objectifs de réhabilitations provisoires prévus plus haut dans le document, ce sont environ **2 195 m³** de sols, correspondant à environ **3 951 tonnes**, qui seront concernés par les mesures de gestion, au droit des zones de pollutions concentrées mises en évidence sur le site de l'aire à feux de l'aéroport militaire d'Uzein (64).

L'évaluation des avantages et inconvénients des meilleures technologies disponibles a conduit à retenir **l'excavation et l'évacuation hors site (biocentre, ISDND et/ou ISDD)**, sous réserve de l'acceptation des terres par les filières vis-à-vis des concentrations en PFAS (inférieures ou supérieures au seuil de coupure)**, pour les terres impactées par des hydrocarbures et/ou des PFAS**.

La durée d'un tel projet, sur la base des hypothèses évoquées ci-dessus, est estimée égale à environ **6 semaines.** Le coût estimatif de l'ensemble des travaux est supposé compris **entre 440 et 540 k€ HT (hors coût liés au rabattement de nappe lors des excavations et hors surcoûts liés à un confortement de fouilles).**

La réalisation d'un PCT, incluant des essais pilotes, est nécessaire pour la suite du projet, afin de s'assurer de la faisabilité des techniques et d'affiner leur dimensionnement (liste non exhaustive) :

- Essai de pompage pour rabattement de nappe en cas d'excavations sous eau ;
- Une consultation des exutoires à proximité est également nécessaire pour vérifier que les terres à évacuer sont acceptables en biocentre, en ISDND et en ISDD, et sous quelles conditions ;
- La réalisation d'investigations complémentaires de dimensionnement des travaux est également fortement recommandée, afin de réduire les incertitudes qui subsistent à ce stade sur les extensions horizontale ou verticale de certaines zones. **En fonction des extensions qui pourraient être modifiées à l'issue de ces investigations, les filières d'évacuation devront être vérifiées ainsi que les coûts de traitement associés, notamment vis-à-vis des PFAS.**

Enfin, DIE Remediation rappelle qu'à l'heure actuelle, bien que certains biocentres puissent accepter les terres impactées en PFAS, les bactéries ne peuvent pas dégrader les PFAS. Ainsi, ce type d'exutoire n'est pas conseillé en première approche, dans la mesure où il est nécessaire d'éviter que les terres traitées pour les HC et qui contiendront encore des PFAS des matériaux d'apport jugés « inertes » et/ou revalorisés dans des aménagements (étant donné l'absence de seuil réglementaire ISDI pour les PFAS).

Au regard de la nouveauté et du manque de retour d'expérience de tous les acteurs des sites et sols pollués dans la gestion de cette famille de composés, les coûts, les seuils d'acceptation ainsi que les méthodes sont susceptibles de très vite évoluer et ne sont valables qu'au moment de la rédaction du présent rapport. DIE Remediation ne saurait être tenu responsable en cas d'évolution de ces données.

Enfin, rappelons que le producteur de déchets reste responsable du devenir de ces déchets même après leur acceptation par une filière et qu'il doit donc s'assurer qu'elles seront éliminées ou valorisées dans le respect des obligations de protection de la santé humaine et de l'environnement. A défaut, il pourra devoir reprendre en charge les terres en question même après leur acceptation.

Compte-tenu des technologies pressenties à ce stade, de l'état actuel des connaissances sur les composés visés, les **objectifs de réhabilitation** qui peuvent être proposés, pour les zones traitées par excavation et évacuation en filière de traitement/stockage hors site, sont :

- les seuils de coupure proposés dans les sols pour les hydrocarbures C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40} en première approche pour la réception des flancs et fonds de fouille ;
- l'atteinte des limites de bords et de fonds de fouilles définies par le présent plan de gestion pour les zones de pollutions concentrées en PFAS. Des prélèvements et analyses de contrôle pourront néanmoins être réalisés. En cas de concentrations aberrantes pour les 30 PFAS, c'est-à-dire supérieures à 300 µg/kg (140% de la concentration maximale actuelle mesurée sur le site (211 µg/kg) - incertitude laboratoire moyenne de 40%), des surexcavations pourront être envisagées.

10 RECOMMANDATIONS

10.1 GARDER LA MEMOIRE 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.

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

10.2 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

10.2.1 Sol

En première approche, les PFAS ont été recherchés dans la couche de sol entre 0 et 3 m de profondeur. Les impacts associés n'ont pas été suffisamment délimités verticalement (zone saturée). De même les délimitations horizontales au nord du sondage SC3 et à l'est du sondage SC4 pourraient être affinées. Enfin, des analyses ISDI complémentaires pourraient être réalisées pour la consultation des filières d'évacuation. Ainsi, des investigations complémentaires sur les sols sont nécessaires pour affiner les volumes à traiter et sécuriser les travaux et leur réception.

En fonction des extensions qui pourraient être modifiées à l'issue de ces investigations, les filières d'évacuation devront être vérifiées ainsi que les coûts de traitement associés, notamment vis-à-vis des PFAS.

10.2.2 Gaz du sol

La réalisation de piézairs et le prélèvement des gaz du sol au droit des concentrations maximales actuelles ou résiduelles dans les sols et les eaux souterraines sont recommandés afin de vérifier le réel potentiel de dégazage de ces composés dans le milieu souterrain, et d'affiner les calculs de risques.

10.3 SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES

Dans la mesure où tout ou partie de la pollution restera en place, un suivi de qualité de la nappe souterraine devra être assuré au droit des piézomètres présents sur site (PZ4, PZ5 et PZ6), ainsi qu'au droit des piézomètres existants en amont et aval du site, notamment afin de vérifier la présence d'un panache en PFAS dans les eaux souterraines et d'observer une éventuelle amélioration de la qualité des eaux souterraines suites aux travaux de réhabilitation.

10.4 PLAN DE CONCEPTION DE TRAVAUX (PCT)

La réalisation d'un PCT intégrant des essais pilotes est nécessaire pour la suite du projet, afin de s'assurer de la faisabilité des techniques et d'affiner leur dimensionnement (liste non exhaustive) :

- Essai de pompage pour rabattement de nappe en cas d'excavations sous eau ;
- Une consultation des exutoires à proximité est également nécessaire pour vérifier que les terres à évacuer sont acceptables en biocentre, en ISDND et en ISDD, et sous quelles conditions.

10.5 TRANSPORTS DES TERRES EXCAVEES

Le transport des déchets à destination des centres de stockage ou de traitement habilités sera réalisé conformément aux règles de l'art et réglementation en vigueur en particulier vis-à-vis du transport de déchets et des surcharges adaptées au trafic routier.

Ainsi, le transport à destination filières adéquates sera réalisé en camions bâchés par des transporteurs habilités aux transports de déchets et le cas échéant pour le transport de produits dangereux (arrêté TMD).

Un chef de chantier ou conducteur de travaux devra être présent en permanence pour superviser cette phase de travail et aura à sa charge :

- D'organiser les mouvements de déchets selon une programmation adaptée aux cadences d'excavation et à la capacité d'accueil des filières d'élimination retenues,
- De vérifier la conformité des chargements et remettre au transporteur le (ou les) BSD correspondant(s).

Les cadences d'évacuation des déchets devront être optimales vis-à-vis des filières mais également vis-à-vis des exigences de la commune (trafic, nuisances ...). Le conducteur de travaux sera en relation permanente, sur le chantier, avec le représentant sur site du Maître d'œuvre.

Afin d'éviter la pollution des voies empruntées par les camions sortant du site, une installation de lavage sera prévue en sortie de chantier et déplacée autant de fois que nécessaire. L'aire ou les aires de lavage devront être équipées de traitement des eaux de lavage.

10.6 GESTION DES TERRES EXCAVEES (STOCKAGE, TRI, MAILLAGE, PRETRAITEMENT, TRAÇABILITE ...)

Un tri des matériaux sera réalisé selon un maillage défini via des études d'exécution et complété au moment du terrassement selon les indices organoleptiques lors de leur terrassement pour vérification de l'adéquation a priori des déblais avec la filière d'élimination prévue.

Les terres excavées seront orientées hors site vers des filières de traitement ou élimination adaptées à leurs caractéristiques.

Plusieurs filières distinctes pourront être utilisées, en fonction par exemple des diverses concentrations en polluants. Une fois les terres et autres matériaux sortis du site et dirigés vers une installation de traitement, ils ne pourront plus y être rapportés.

Il sera assuré un suivi des matériaux excavés / stockés / évacués ou remblayés en temps réel. L'ensemble des données relatives à la traçabilité des mouvements de matériaux devra être disponible et édité à tout moment sous la forme de tableaux récapitulatifs facilement exploitables.

Les déblais non inertes seront tracés via l'utilisation d'un bordereau de suivi des déchets ou équivalent dont un volet sera conservé sur le chantier, des volets seront conservés par le transport, la filière d'élimination, et un dernier sera retourné au MOE après signature par les divers intermédiaires et notamment la filière d'élimination.

Un registre des remblaiements permettra de connaître la qualité des déblais utilisés pour le remblaiement des zones qui le nécessiteraient.

Un registre des évacuations (quelles que soient les filières) sera également tenu et comprendra notamment un bilan journalier ainsi que les bons de suivi des déchets numérotés pour les déblais évacués avec indication de la maille d'origine et un bilan journalier des camions envoyés dans les diverses filières.

10.7 RISQUES TRANSITOIRES LIES A LA PERIODE DE CHANTIER

DIE Remediation 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 règlementation du code du travail en vigueur relative au travail dans des fouilles devra être respectée.

10.8 REMBLAIEMENT DES FOUILLES DANS LE CAS D'UN TRAITEMENT HORS SITE

Dans le cas où une solution de dépollution des sols par excavation et évacuation hors site serait choisie, il sera nécessaire de remblayer les fouilles par des matériaux ayant les mêmes caractéristiques lithologiques qui ceux en place initialement, et ce afin de conserver les propriétés de perméabilité des sols aux vapeurs utilisées pour les calculs de risque.

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

11.1 SUIVI DES TRAVAUX DE REMISE EN ETAT 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.

L'évaluation des avantages et inconvénients des meilleures technologies disponibles, au regard de l'ensemble des contraintes du site, a conduit à retenir **l'excavation et l'évacuation hors site (biocentre, ISDND et/ou ISDD)**, sous réserve de l'acceptation des terres par les filières vis-à-vis des concentrations en PFAS (inférieures ou supérieures au seuil de coupure)**, pour les terres impactées par des hydrocarbures et/ou des PFAS**.

La durée d'un tel projet, sur la base des hypothèses évoquées ci-dessus, est estimée égale à environ **6 semaines.** Le coût estimatif de l'ensemble des travaux est supposé compris **entre 440 et 540 k€ HT (hors coût liés au rabattement de nappe lors des excavations et hors surcoûts liés à un confortement de fouilles).**

Des prélèvements de contrôle de réception de réhabilitation devront être réalisés, **notamment en fond de fouille de la zone H, où un maillage resserré de prélèvements en fond de fouille pourra être réalisé afin de vérifier l'absence d'hydrocarbures à des concentrations supérieures aux objectifs de réhabilitation entre 3 et 4 m de profondeur**. Si des concentrations supérieures aux objectifs de réhabilitation étaient détectées, des surexcavations verticales ou latérales seraient à prévoir.

Compte-tenu des technologies pressenties à ce stade, de l'état actuel des connaissances sur les composés visés, les **objectifs de réhabilitation** qui peuvent être proposés, pour les zones traitées par excavation et évacuation en filière de traitement/stockage hors site, sont :

- les seuils de coupure proposés dans les sols pour les hydrocarbures C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40} en première approche pour la réception des flancs et fonds de fouille ;
- l'atteinte des limites de bords et de fonds de fouilles définies par le présent plan de gestion pour les zones de pollutions concentrées en PFAS. Des prélèvements et analyses de contrôle pourront néanmoins être réalisés. En cas de concentrations aberrantes pour les 30 PFAS, c'est-à-dire supérieures à 300 µg/kg (140% de la concentration maximale actuelle mesurée sur le site (211 µg/kg) - incertitude laboratoire moyenne de 40%), des surexcavations pourront être envisagées.

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

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.

En outre, les fouilles devront être remblayées par des matériaux ayant les mêmes caractéristiques lithologiques qui ceux en place initialement, et ce afin de conserver les propriétés de perméabilité des sols aux vapeurs utilisées pour les calculs de risque.

11.2 GESTION DES DEBLAIS

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 (ISDI, ISDND, ISDD ou biocentre selon la nature de la pollution et le niveau de concentration). **En particulier, les déblais ne devront en aucun cas être réutilisés hors site, sans étude dédiée suivant les guides en vigueur**.

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

12 MODELE DE FONCTIONNEMENT DU SITE

Au regard des préconisations nouvellement réalisées, il est possible d'établir un modèle de fonctionnement du site prenant en compte les recommandations de DIE Remediation afin de réduire les impacts environnementaux et les risques sanitaires pour les **scénarios industriel et industriel en extérieur** à savoir :

- La **gestion des zones de pollutions concentrées** par excavation, transport et traitement ou stockage en biocentre, ISDND ou ISDD ;
- La **vérification du potentiel de dégazage** des composés volatils dans les sols et les eaux souterraines (au droit des concentrations maximales actuelles ou résiduelles pour chacun des composés participant aux niveaux de risques), en cas de construction d'un bâtiment.

Les modèles de fonctionnement pour le scénario industriel en intérieur et le scénario industriel en extérieur sont présentés en Figure 17 et Figure 18.

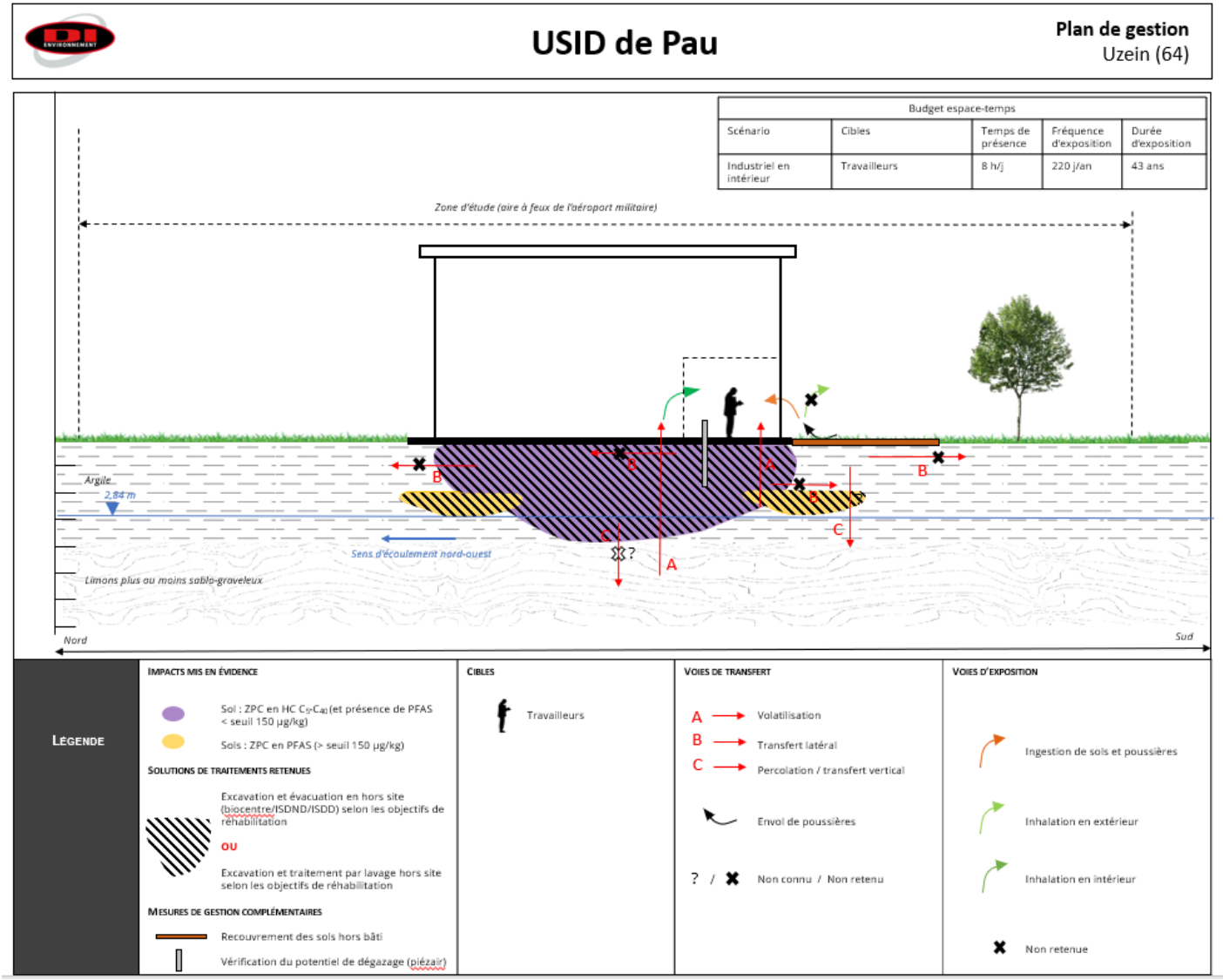


Figure 17 : Modèle de fonctionnement du site – scénario industriel en intérieur

#Remediation

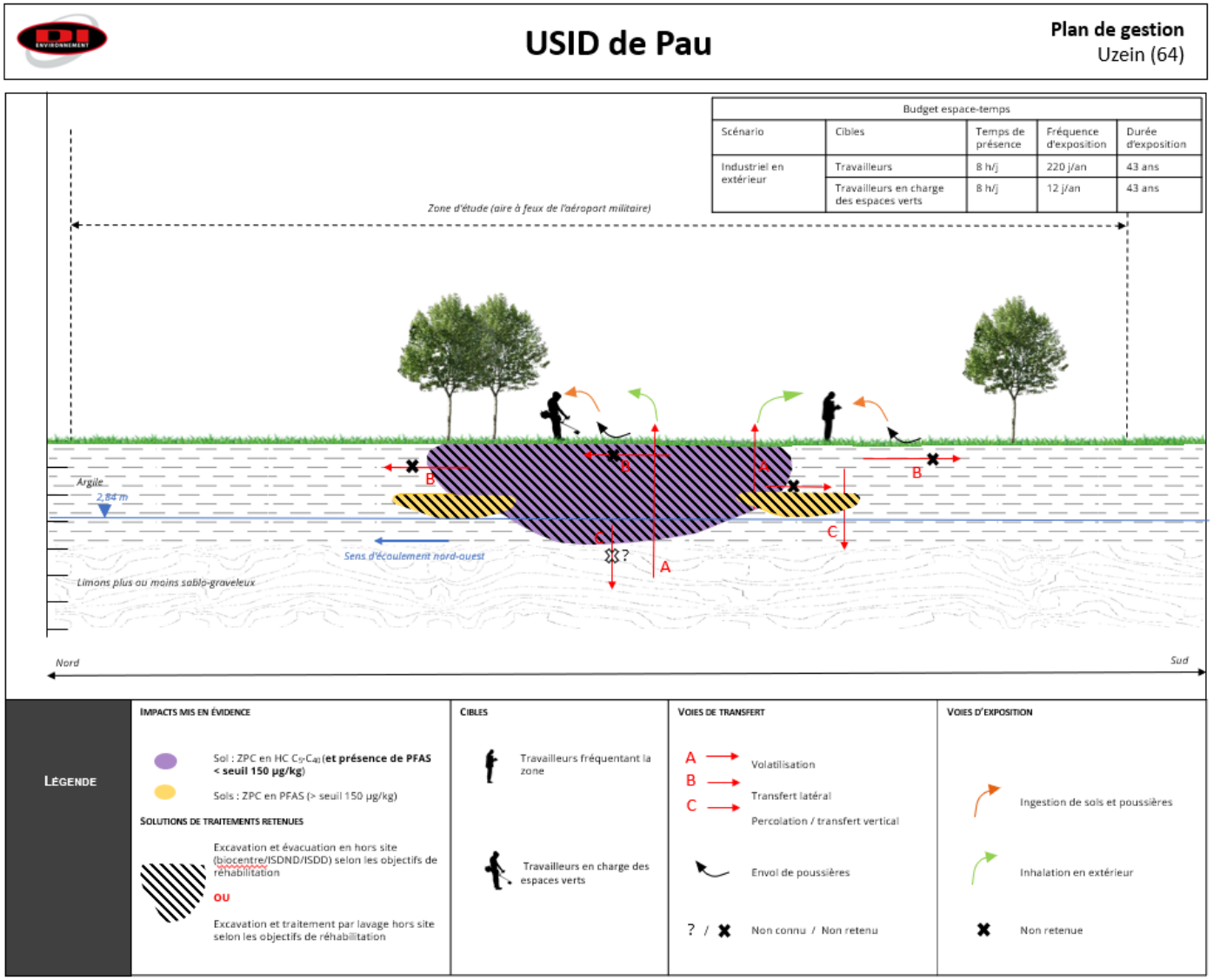


Figure 18 : Modèle de fonctionnement du site – scénario industriel en extérieur

#Remediation

13 CONCLUSIONS

L'USID de Pau a missionné DIE Remediation pour la réalisation d'investigations complémentaires et d'un plan de gestion selon l'accord cadre n°2024.1050011174, au droit de l'aire à feux de l'aéroport militaire d'Uzein (64).

Une reconversion de ce site en espaces verts (dans l'enceinte de l'aéroport militaire) ou pour un usage de type industriel (hangar) est prévue.

Les résultats d'analyse des composés dans les sols mettent en évidence la présence de concentrations significatives en hydrocarbures C_5-C_{40}, BTEX, naphtalène et PFAS. Les concentrations en hydrocarbures sont principalement retrouvées entre 1 et 3 m de profondeur. En ce qui concerne les PFAS, les impacts dans les sols ne sont pas délimités verticalement puisqu'aucune analyse n'a été réalisée au-delà de 3 m, ni horizontalement au nord et à l'est de l'aire à feux. Des PFAS ont été mis en évidence dans les eaux souterraines et les gaz du sol.

En cohérence avec la méthodologie en vigueur, DIE Remediation a, en premier lieu, cherché à définir les « pollutions concentrées ». D'après l'analyse statistique simple et l'analyse cartographique réalisés par DIE Remediation, des **seuils de coupure** permettant de définir les zones d'intérêt à traiter dans le cadre de la **maîtrise des pollutions concentrées** ont été définis pour les hydrocarbures C_5-C_{10}, les hydrocarbures C_5-C_{40} et les 30 PFAS dans les sols.

Ces seuils de coupure permettraient également le traitement des sols concernés par des teneurs anomaliques en naphtalène et BTEX.

Une analyse des enjeux sanitaires a été menée pour un usage industriel et un usage industriel en extérieur au sens du décret n°2022-1588 du 19 décembre 2022 relatif à la définition des types d'usages dans la gestion des sites et sols pollués, pour déterminer dans quelles mesures la gestion des pollutions concentrées serait contrainte par des enjeux sanitaires et si la qualité du milieu souterrain est compatible d'un point de vue sanitaire avec les usages envisagés.

Au regard des données disponibles calculs réalisés, des hypothèse retenues, et en accord avec les recommandations faites par la méthodologie nationale en vigueur, le site **serait compatible du point de vue sanitaire avec un usage futur de type :**

- **Industriel en intérieur (bureau ou hangar)** en rez-de-chaussée d'un bâtiment construit sans niveau de sous-sol, sous réserve du respect des conditions suivantes :
  - **vérification du potentiel de dégazage des composés volatils** au droit des concentrations maximales actuelles ou résiduelles dans les sols et les eaux souterraines. Si cette vérification n'est pas possible, des dispositions constructives visant à limiter l'intrusion ou l'accumulation de composés volatils dans le bâtiment devront être envisagées (mise en place de mesures constructives au droit du futur hangar ou suppression de tout cloisonnement dans le futur hangar) ;
  - **recouvrement des sols hors bâti** sur tout ou partie de la zone d'étude (selon les concentrations en PFAS mesurées dans les sols) par une couche de matériaux d'apport de qualité contrôlée et compatible avec cet usage d'au moins 30 cm, de l'enrobé ou une dalle béton ;
- **Industriel en extérieur** (espaces verts).

Concernant les PFAS, pour la définition des surfaces et volumes des zones de pollutions concentrées, plusieurs hypothèses ont été retenues :

- Réaliste : un seuil de coupure à 90 µg/kg pour les 30 PFAS dans les sols entre 0 et 3 m de profondeur ;
- Intermédiaire : un seuil de coupure à 150 µg/kg pour les 30 PFAS dans les sols entre 0 et 3 m de profondeur ;
- Optimiste : un seuil de coupure à 150 µg/kg pour les 30 PFAS dans les sols entre 2 et 3 m de profondeur, basée sur le constat que les concentrations pour les 30 PFAS entre 1 et 2 m de profondeur au droit de SC3 et SC4 sont inférieures à 150 µg/kg.

Sur la base des seuils de coupure définis et des hypothèses précédentes, **6 à 9 zones de pollutions concentrées (ZPC)** représentant au total **entre 3 951 et 5 625 tonnes** de sols sont à traiter.

L'**évaluation des avantages et inconvénients des meilleures technologies** disponibles a conduit à retenir l'hypothèse optimiste (6 ZPC pour 3 651 tonnes de terres) et les techniques de traitement par **excavation et évacuation hors site (biocentre, ISDND et/ou ISDD)**, sous réserve de l'acceptation des terres par les filières vis-à-vis des concentrations en PFAS (inférieures ou supérieures au seuil de coupure)**, pour les terres impactées par des hydrocarbures et/ou des PFAS**.

La durée d'un tel projet, sur la base des hypothèses évoquées ci-dessus, est estimée égale à environ **6 semaines.** Le coût estimatif de l'ensemble des travaux est supposé compris **entre 440 et 540 k€ HT (hors coût liés au rabattement de nappe lors des excavations et hors surcoûts liés à un confortement de fouilles).**

La réalisation d'un PCT intégrant des essais pilotes et des investigations complémentaires sera nécessaire, afin de s'assurer de la faisabilité et des performances des techniques pressenties, et d'affiner leur dimensionnement.

Enfin, DIE Remediation rappelle qu'à l'heure actuelle, bien que certains biocentres puissent accepter les terres impactées en PFAS, les bactéries ne peuvent pas dégrader les PFAS. Ce type d'exutoire n'est donc pas conseillé en première approche, pour éviter que les terres traitées ne soient considérées comme des matériaux d'apport jugés « inertes » étant donné l'absence de seuil réglementaire pour les PFAS, et revalorisées alors que les PFAS peuvent toujours générer des risques en fonction des usages et conditions de revalorisation.

Au regard de la nouveauté et du manque de retour d'expérience de tous les acteurs des sites et sols pollués dans la gestion de cette famille de composés, les coûts, les seuils d'acceptation ainsi que les méthodes sont susceptibles de très vite évoluées et ne sont valables qu'au moment de la rédaction du présent rapport. DIE Remediation ne saurait être tenu responsable en cas d'évolution des coûts et seuils filières.

Enfin, rappelons que le producteur de déchets reste responsable du devenir de ces déchets même après leur acceptation par une filière et qu'il doit donc s'assurer qu'elles seront éliminées ou valorisées dans le respect des obligations de protection de la santé humaine et de l'environnement. A défaut, il pourra devoir reprendre en charge les terres en question même après leur acceptation.

Compte-tenu des technologies pressenties à ce stade, de l'état actuel des connaissances sur les composés visés, les **objectifs de réhabilitation** qui peuvent être proposés, pour les zones traitées par excavation et évacuation en filière de traitement/stockage hors site, sont :

- les seuils de coupure proposés dans les sols pour les hydrocarbures C_5-C_{10} et C_{10}-C_{40} en première approche pour la réception des flancs et fonds de fouille ;
- l'atteinte des limites de bords et de fonds de fouilles définies par le présent plan de gestion pour les zones de pollutions concentrées en PFAS. Des prélèvements et analyses de contrôle pourront néanmoins être réalisés. En cas de concentrations aberrantes pour les 30 PFAS, c'est-à-dire supérieures à 300 µg/kg (140% de la concentration maximale actuelle mesurée sur le site (211 µg/kg) - incertitude laboratoire moyenne de 40%), des surexcavations pourront être envisagées.

A noter que :

- Les cibles étudiées correspondent aux usagers futurs les plus sensibles en termes d'exposition, et donc de risques sanitaires, puisqu'elles correspondent à un travailleur présent quotidiennement en rez-de-chaussée des futurs locaux, ou au droit des futurs espaces verts (à l'exception du travailleur en charge des espaces verts pour lequel une présence quotidienne semble disproportionnée au regard de la surface de la zone d'étude) ;
- 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, …).
- 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 à usage industriel 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.

Les hypothèses, recommandations, restrictions d'usage et servitudes énoncées aux paragraphes 8, 10 et 11devront être respectées.

DIE Remediation attire également l'attention de l'USID de Pau 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.
- Le producteur de déchets reste responsable du devenir de ces déchets même après leur acceptation par une filière et qu'il doit donc s'assurer qu'elles seront éliminées ou valorisées dans le respect des obligations de protection de la santé humaine et de l'environnement. A défaut, il pourra devoir reprendre en charge les terres en question même après leur acceptation.

Limitations du rapport

DIE Remediation a élaboré ce rapport pour l'usage exclusif de l'USID de Pau, conformément à la proposition technique n°UZEIN_AIRE à feux_Proposition v2_28 06 2024 du 28 juin 2024.

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 de DIE Remediation 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 DIE Remediation ; 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 DIE Remediation, par l'USID de Pau ou par des tiers, est de l'entière responsabilité de l'utilisateur.

Droit d'auteur

© Ce rapport est la propriété exclusive de DIE Remediation. 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 : Schéma conceptuel – usage industriel en extérieur

Annexe 2 : Schéma conceptuel – usage industriel en intérieur

Annexe 3 : Méthodologie de calculs des risques

Annexe 4 : Toxicologie des substances et organes cibles

Annexe 5 : Justification du choix des paramètres de transfert

Annexe 6 : Equations de transfert

Annexe 7 : Feuilles de transferts sol / air ambiant intérieur

Annexe 8 : Feuilles de transferts eau souterraine / air ambiant intérieur

Annexe 9 : Feuilles de transferts sol / air ambiant extérieur

Annexe 10 : Feuilles de transferts eau souterraine / air ambiant extérieur

Annexe 11 : Feuilles de transferts gaz du sol / air ambiant extérieur

Annexe 12 : Equations de calcul des DJE

Annexe 13 : Justification du choix des paramètres d'exposition

Annexe 14 : VTR retenues pour l'étude

Annexe 15 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature

Annexe 16 : Justification du choix des VTR

Annexe 17 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en intérieur (bureau)

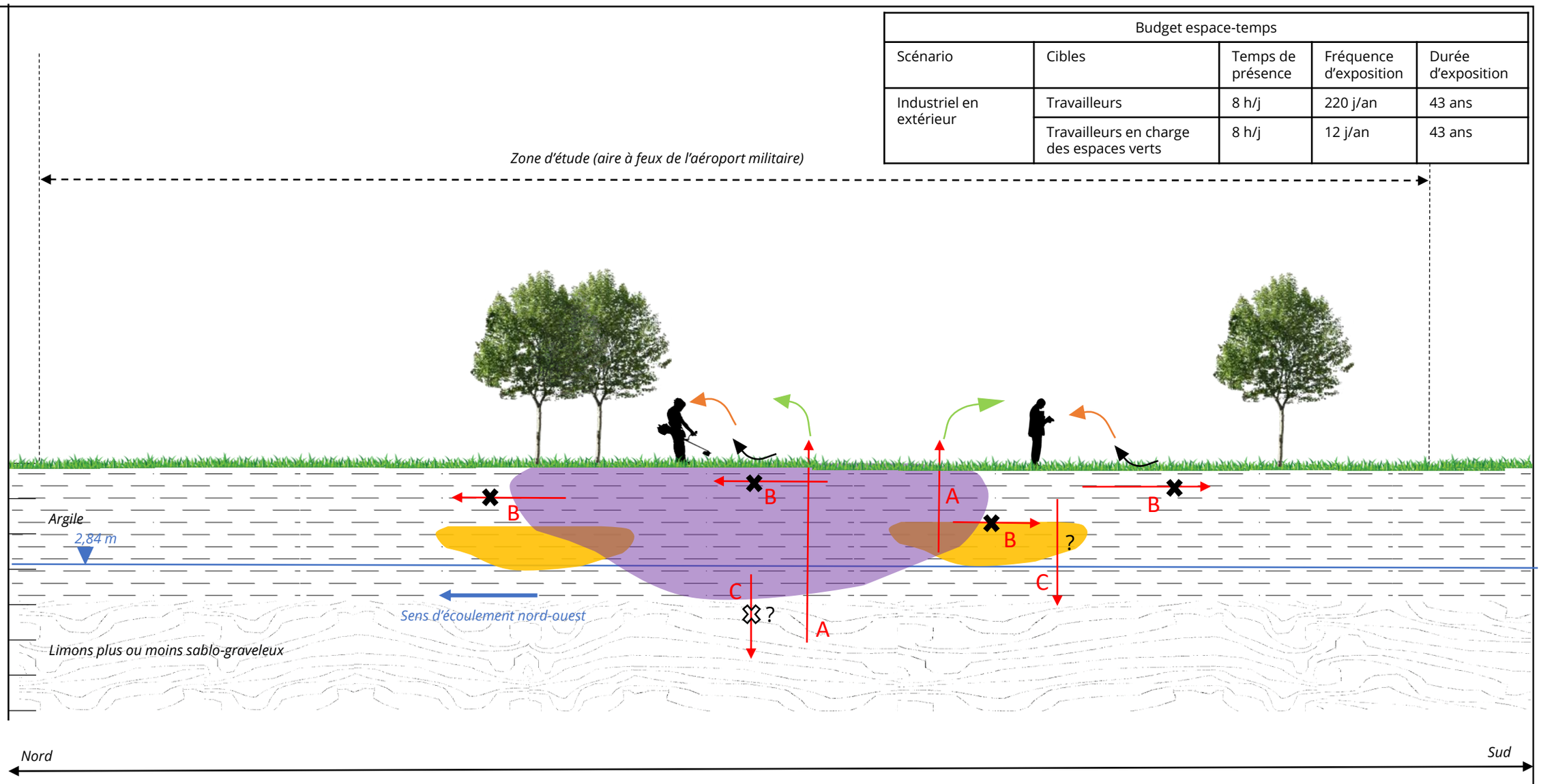
Annexe 18 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en intérieur (hangar)

Annexe 19 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en extérieur (espaces verts) - travailleurs

Annexe 20 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en extérieur (espaces verts) – travailleurs en charge des espaces verts

Annexe 1 : Schéma conceptuel – usage industriel en extérieur

Budget espace-temps				
Scénario	Cibles	Temps de présence	Fréquence d'exposition	Durée d'exposition
Industriel en extérieur	Travailleurs	8 h/j	220 j/an	43 ans
	Travailleurs en charge des espaces verts	8 h/j	12 j/an	43 ans



LÉGENDE

IMPACTS MIS EN ÉVIDENCE

- Sol : Impacts en HC C_5-C_{40}
- Sols : Impacts en PFAS

CIBLES

- Travailleurs fréquentant la zone
- Travailleurs en charge des espaces verts

VOIES DE TRANSFERT

- A → Volatilisation
- B → Transfert latéral
- C → Percolation / transfert vertical
- Envol de poussières
- ? / ✖ Non connu / Non retenu

VOIES D'EXPOSITION

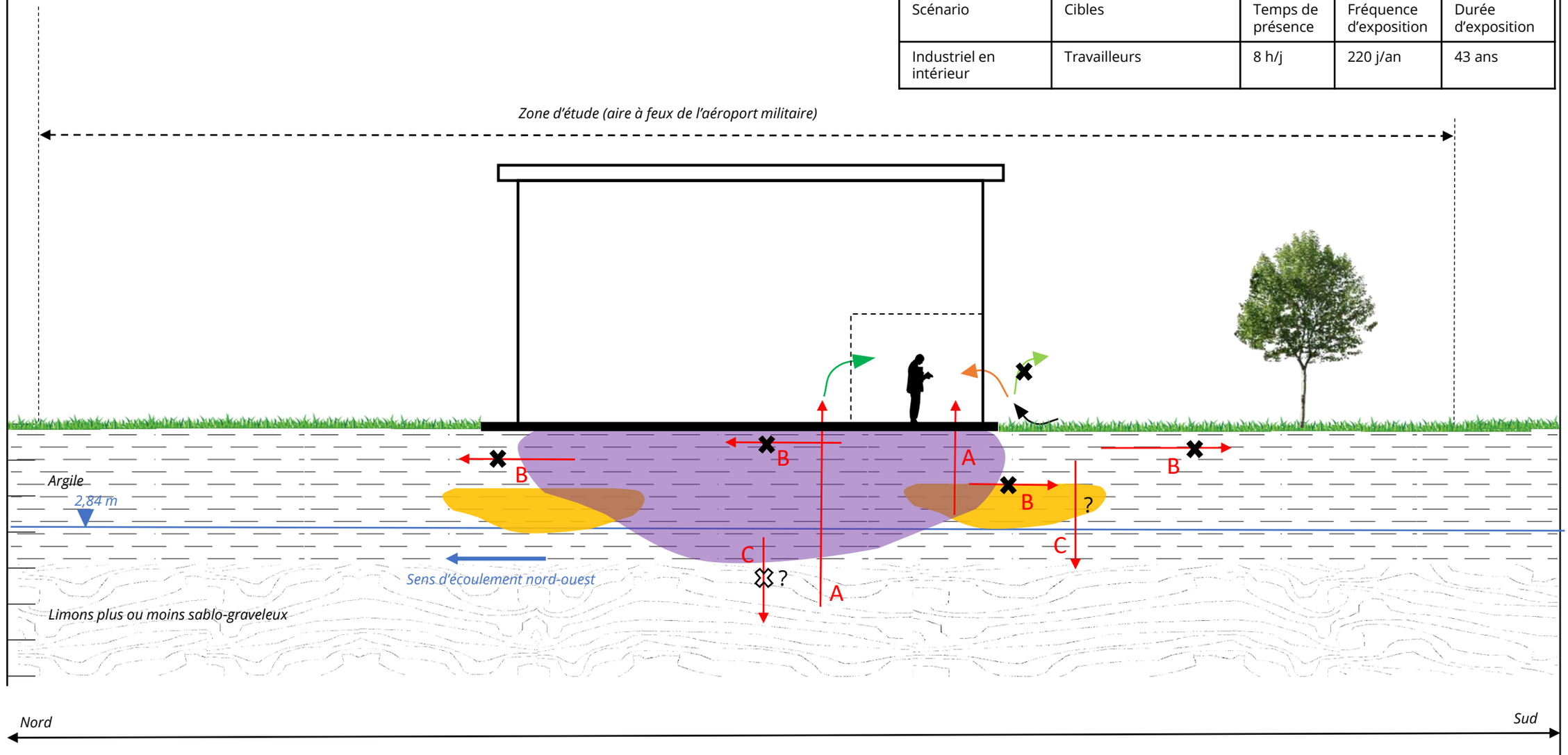
- Ingestion de sols et poussières
- Inhalation en extérieur

Date	Ind.	Objet de l'édition/révision	Etabli.	Vérif.	App.	Echelle	Ref. Affaire	Document	Page
15/04/2025	A01		JOL	AUB		-	RM240147A	ANNEXE	1/1

SCHÉMA CONCEPTUEL

Annexe 2 : Schéma conceptuel – usage industriel en intérieur

Budget espace-temps				
Scénario	Cibles	Temps de présence	Fréquence d'exposition	Durée d'exposition
Industriel en intérieur	Travailleurs	8 h/j	220 j/an	43 ans



LÉGENDE

IMPACTS MIS EN ÉVIDENCE

- Sol : Impacts en HC C_5-C_{40}
- Sols : Impacts en PFAS

CIBLES

- Travailleurs fréquentant la zone

VOIES DE TRANSFERT

- A → Volatilisation
- B → Transfert latéral
- C → Percolation / transfert vertical
- Envol de poussières
- ? / ✖ Non connu / Non retenu

VOIES D'EXPOSITION

- Inhalation en intérieur
- Ingestion de sols et poussières
- Inhalation en extérieur
- ✖ Non retenue

Date	Ind.	Objet de l'édition/révision	Etabli.	Vérif.	App.	Echelle	Ref. Affaire	Document	Page
15/04/2025	A01		JOL	AUB		-	RM240147A	ANNEXE	1/1

SCHÉMA CONCEPTUEL

Annexe 3 : Méthodologie de calculs 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 cancérigène) 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 cancérigène, contracte un cancer. Cette valeur est différenciée en fonction des voies d'exposition (USEPA) :

- Oral slope factor $((mg/kg.jr)^{-1})$ pour l'ingestion
- Inhalation Unit Risk $((\mu g/m^3)^{-1})$ 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 cancérigènes, 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 cancérigènes, le quotient de danger **(QD)** représente la possibilité de survenue d'effets toxiques, il est comparé à la valeur 1.

Annexe 4 : Toxicologie des substances et organes cibles

		Voie d'absorption		Effets systémiques			Effets cancérigènes		
				Organes cibles			Classification		Type cancer
		principale	secondaire	Ingestion	Inhalation	Contact cutané	CIRC	EPA	
Famille de composés	**Composés**								
ETM	Cadmium	Inhalation	Ingestion	Rein, squelette, système cardiovasculaire	Rein, système respiratoire, système cardiovasculaire		1	B1	Pulmonaire (Inhalation)
HAP	Acénaphtène	Inhalation, Ingestion, Contact cutané		Foie, sang, poumon, organes de la reproduction	Foie, sang, poumon, organes de la	Foie, sang, poumon, organes de la	3	-	
	Acénaphtylène	Inhalation, Ingestion					-	-	
	Anthracène	Ingestion, Inhalation, Contact cutané		Foie			3	D	
	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	
	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	
	Méthyl-2-naphtalène						-	-	
	Méthyl-2-fluoranthène						-	-	
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 nerveux 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	
Hydrocarbures aliphatiques	Aliphatiques C6-C8	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Reins, foie		3	D	
	AliphatiquesC8-C10	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Reins, foie		3	D	
	AliphatiquesC10-C12	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Foie, système hématologique		3	D	
	Aliphatiques C12-C16	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Foie, système hématologique		3	D	
	Aliphatiques C16-C21	Ingestion , Contact cutané				Foie	3	D	
	Aliphatiques C21-C35	Ingestion , Contact cutané				Foie	3	D	
Hydrocarbures aromatiques	Aromatiques C8-C10	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Diminution poids corporel		3	D	
	Aromatiques C10-C12	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Diminution poids corporel		3	D	
	Aromatiques C12-C16	Ingestion, Inhalation, Contact cutané			Diminution poids corporel		3	D	
	Aromatiques C16-C21	Ingestion , Contact cutané				Rein	3	D	
	Aromatiques C21-C35	Ingestion , Contact cutané				Rein	3	D	
PFAS*	Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	Ingestion	Inhalation	Système endocrinien, système immunitaire, foie, reins, fertilité, développement du fœtus, système nerveux, poumons					
	PFOS						2B		Sein, testicules, rein
	Perfluorpentanoic acid (PFPeA)								
	Perfluorhexanoic acid (PFHxA)								
	Perfluorheptanoic acid (PFHpA)								
	PFOA						1		Sein, testicules, rein
	Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)								
	Perfluorbutanoic acid (PFBA)								
	Perfluornonanoic acid (PFNA)								
	Perfluordecanoic acid (PFDA)								
	Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)								
	Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)								
	Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)								
	PFDoDA / PFDoA								
	PFOSA								
	DONA / ADONA								

** Les données toxicologiques sur les PFAS (organes cibles par voie d'absorption et cancérogénicité) sont encore trop disparates pour une approche par composé. Les organes cibles connus à ce jour ont été attribués à l'ensemble des PFAS*

Annexe 5 : Justification du choix des paramètres de transfert

1 TAUX DE RENOUVELLEMENT D'AIR DANS LE BATIMENT

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 m^3/h/occupant pour les bureaux et locaux assimilés, et 22 m^3/h/occupant pour les locaux de vente et de restauration. Pour une pièce de 15 m^2 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, DIE Remediation 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 DIFFERENCE DE PRESSION AIR DU BATIMENT/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, DIE Remediation a utilisé pour cette étude la valeur la plus défavorable, soit 4 Pa.

[1] Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

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).

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, DIE Remediation 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 DIE Remediation pour l'épaisseur des fondations.

5 NATURE DU SOL EN ZONE NON SATUREE

La nature des sols en zone non saturée retenue dans le cadre de cette étude est de type « limon 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 (cm^3/cm^3) ;
- teneur en eau : 0,103 (cm^3/cm^3) ;
- fraction de matière organique : 0,008 (mg/mg).

Ces paramètres sont développés dans le guide de Johnson et Ettinger[2].

Le taux d'infiltration de l'eau dans les sols If a été calculé à partir des précipitations annuelles P mesurées à proximité du secteur d'étude (107 cm/an – Infoclimat), et des équations proposées par le modèle SAM :

- pour des sols de type sables : $If\ (cm/an) = 0.0018 \times (P)^2$

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

- pour des sols de type silt/limons : If (cm/an) = 0.0009 x $(P)^2$
- Pour des sols de type argile : If (cm/an) = 0.00018 x $(P)^2$

Dans le cas présent, les sols de la zone non saturée ont été assimilés à des limons, conduisant, pour des précipitations annuelles de 107 cm/an, à un taux d'infiltration de 10,3 cm/an.

6 POROSITE 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 cm^3/cm^3.

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

7 NATURE DU SOL EN ZONE CAPILLAIRE

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

Les paramètres de modélisation associés par défaut à ce type de sols sont les suivants :

- Epaisseur de la zone capillaire : 25 cm ;
- teneur en air dans la zone capillaire : 0,067 (cm^3/cm^3) ;
- teneur en eau dans la zone capillaire : 0,32 (cm^3/cm^3).

Ces paramètres sont développés dans le guide de Johnson et Ettinger[3].

8 PARAMETRES DE MODELISATION POUR L'INHALATION A L'EXTERIEUR : MODELE BOITE

La hauteur de la boîte est assimilée à la hauteur de respiration d'une personne soit 1,5 mètres.

La longueur et la largeur de la boîte correspond aux dimensions de la zone d'émissions de vapeurs sur laquelle le récepteur (adulte ou enfant) est exposé. Compte-tenu des observations de terrains, les valeurs utilisées sont de 130 x 65 mètres.

La vitesse des vents correspond à la vitesse moyenne des vents dominants. A défaut de données spécifiques au site, la valeur a été fixée égale à 2 m/s. Cette valeur a été définie par l'USEPA comme la vitesse moyenne en extérieur. Cette valeur correspond par ailleurs à

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

la plus faible vitesse de vent enregistrée par Météo-France pour établir une rose des vents. Cette valeur est sécuritaire car défavorable à la dispersion des polluants dans l'atmosphère.

Annexe 6 : Equations de transfert

1 CALCUL DE LA CONCENTRATION DANS L'AIR INTERIEUR DES BATIMENTS

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.

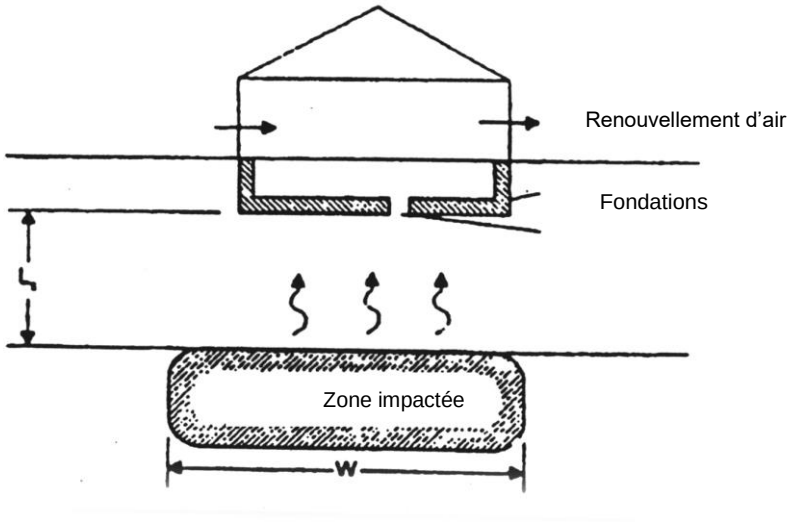


Figure 1 : Schéma conceptuel pour le calcul des concentrations d'exposition à l'intérieur des bâtiments à partir d'une source sol

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 A 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 :

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

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

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

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.

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

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 :

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

A_{crack} : Surface des fissures (cm²)

Les phénomènes de diffusion domineront avec des sols fins induisant une faible perméabilité ($K_v < 10^{-8}$ cm²). Inversement les phénomènes de convection conditionneront le transport dans des sols plus perméables aux vapeurs ($K_v > 10^{-8}$ cm²).

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 :

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

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)

$$Q_B = \left(L_B \times W_B \times H_B \times ER\right) \times {}^{1h}/_{3600s}$$

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/cm^3).

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 :

$$C_{vs} = \left(C_t \times \rho_b \times K_H\right) / \left(\theta_a \times K_H + \theta_W + \rho_b \times F_{oc} \times K_{oc}\right)$$

Avec :

C_{vs} : Concentration des vapeurs dans la zone source (g/cm^3)

C_t : Concentration en polluant dans le sol (mg/kg)

ρ_b : Densité du sol (g/cm^3)

F_{oc} : Fraction de carbone organique dans le sol (g oc/g sol)

K_{oc} : Coefficient de partition du carbone organique (ml/g ou m^3/kg)

K_H : Constante de Henry

θ_a : Teneur en air dans les sols (cm^3 d'air/cm^3 de sol)

θ_w : Teneur en eau dans le sol (cm^3 d'eau/cm^3 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 cancérigènes 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 cœfficient 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.

1.2 VOLATILISATION A PARTIR DE LA NAPPE

1.2.1 Equations de transfert à partir d'une source nappe

Les concentrations sont calculées en prenant en compte les seuls phénomènes de diffusion. L'influence des phénomènes de convection est considérée comme négligeable au regard de l'influence des phénomènes de diffusion au sein de la zone capillaire qui vont imposer la cinétique de transfert des polluants.

Les principales équations utilisées dans le logiciel RISC sont les suivantes :

$$C\text{int} = \frac{A_B \times F}{Q_B}$$

Avec :
A_B : Surface des fondations (cm²)
Q_B : Taux de ventilation du bâtiment, calculé à partir du nombre d'échanges d'air par jour et du volume du bâtiment (cm3/s)
F : Flux massique du composé vers le bâtiment (g/cm²/s)

$$F = \frac{D_{eff}(C_{vs} - C_{vf})}{L_d} \approx \frac{D_{eff} \times C_{vs}}{L_d}$$

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

C_{vs} : Concentration des vapeurs juste au-dessus de la nappe dans la frange capillaire (g/cm^3)

C_{vf} : Concentration des vapeurs dans le sol au niveau des fondations du bâtiment (g/cm^3).

L_d : Distance entre la nappe et les fondations (cm)

Il est fait l'hypothèse que la concentration C_{vf} est négligeable par comparaison à la concentration dans la frange capillaire.

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 nappe à partir de l'équation suivante :

$$C_{vS} = C_{gw} \times K_h$$

Avec :

C_{vS} : Concentration des vapeurs juste au-dessus de la nappe dans la frange capillaire (g/cm^3)

C_{gw} : Concentration en polluant dans la nappe (mg/l)

K_h : Constante de Henry

1.2.2 Domaine d'application et limites du modèle

Ce modèle considère que la source se trouve uniquement dans la nappe. Si la source se trouve dans la zone saturée, les phénomènes de transport des polluants à partir du sol à l'intérieur des bâtiments conditionneront alors les risques.

Les dimensions de la source sont considérées comme a minima égales à celles du bâtiment.

Les concentrations dans la nappe sont considérées comme constantes au cours du temps. Si un couplage du modèle avec un modèle de transfert des polluants dans la nappe est effectué, les concentrations considérées deviennent celles calculées au niveau du point récepteur. Ces concentrations seront également considérées comme constantes au cours du temps.

Si des mesures de concentrations dans les gaz du sol sont disponibles, le modèle de transfert à partir d'une source sol sera alors utilisé.

De même que pour une source sol, 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.

Les concentrations imposées dans la nappe doivent être inférieures à la solubilité effective du composé.

2 CALCUL DE LA CONCENTRATION DANS L'AIR EXTERIEUR

Les teneurs en composés volatils susceptibles d'être retrouvées dans l'air ambiant à l'extérieur des bâtiments à partir des gaz du sol (source sol ou des eaux souterraines) sont estimées à l'aide du modèle mathématique dit « boîte ».

2.1 EQUATIONS DE TRANSFERT

Ce modèle, intégré au logiciel RISC Workbench, considère qu'une certaine quantité de matière arrive dans un volume donné parallélépipédique et que la répartition du polluant est uniforme et homogène dans ce volume.
La boîte est définie à partir de 4 critères :

- hauteur de la boîte (m) ;
- largeur de la boîte (m) ;
- longueur de la boîte (m) ;
- vitesse du vent (m/s).

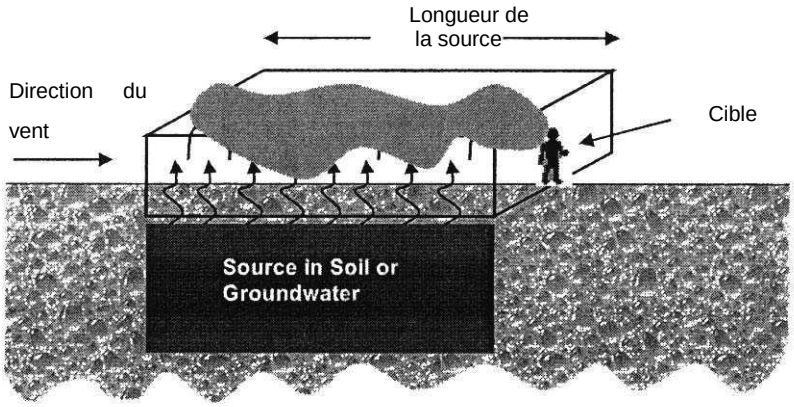


Figure 2 : Schéma du modèle de calcul de l'exposition en extérieur

Le calcul des concentrations diluées par le vent est effectué à l'aide de l'équation générique suivante :

$$C_{ext} = \frac{F}{u}\frac{L}{H}\frac{m}{100cm}$$

Avec :
Cext : Concentration moyenne dans l'air extérieur (g/cm^3) à la hauteur de l'organe respiratoire (H)

F : Flux de polluant à l'interface sol/air extérieur (g/cm²/s)
L : Longueur de la zone de mélange (correspondant à la longueur de la zone polluée) (m)
u : Vitesse moyenne du vent (m/s)
H : Hauteur de la zone de mélange (m) (hauteur de l'organe respiratoire de la cible)

Le flux est estimé à partir des équations de volatilisation de RISC soit :

$$F = \frac{D_{eff} C_{vs}}{L_d ou L_T}$$

Avec :
Deff : Coefficient de diffusion effectif (cm²/s)
C_{vs} : Concentration des vapeurs juste au-dessus de la nappe dans la frange capillaire (g/cm^3)
Ld : Profondeur de la nappe (cm)
LT : Profondeur de la source sol (cm)

2.2 DOMAINE D'APPLICATION ET LIMITES DU MODELE

Ce modèle simplifié permet d'appréhender les concentrations maximales d'exposition au droit de la source.

La dispersion verticale est limitée par la hauteur de la cible. La cible est supposée se trouver en permanence sous le vent et à l'extrémité de la source.

Le calcul des flux est entaché des incertitudes identifiées pour la définition des concentrations à l'intérieur des bâtiments.

Annexe 7 : Feuilles de transferts sol / air ambiant intérieur

Indoor air concentration (mg/m3)

Time (year)	Acenaphthene (mg/m3)	Acenaphthylene (mg/m3)	Anthracene (mg/m3)	Benzo(a)pyrene (mg/m3)	Benzo(b)fluoranthene (mg/m3)	Benzo(g,h,I)perylene (mg/m3)	Dioxin (TCDD, 2,3,7,8) (mg/m3)	Ethylbenzene (mg/m3)	Fluoranthene (mg/m3)	Fluorene (mg/m3)	Indeno(1,2,3-cd)pyrene (mg/m3)	Naphthalene (mg/m3)	Phenanthrene (mg/m3)	Pyrene (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)	Xylenes (total) (mg/m3)
0	2,4E-06	6,0E-06	7,4E-09	1,2E-12	1,5E-10	3,7E-12	5,4E-13	9,4E-02	1,9E-09	7,1E-07	2,8E-14	4,9E-03	4,8E-07	2,8E-09	9,7E+00	4,0E+00	1,0E+00	7,5E-02	3,6E+00	9,8E-01	7,6E-02	1,3E-01
42	2,4E-06	6,0E-06	7,4E-09	1,2E-12	1,5E-10	3,7E-12	5,4E-13	9,4E-02	1,9E-09	7,1E-07	2,8E-14	4,9E-03	4,8E-07	2,8E-09	9,7E+00	4,0E+00	1,0E+00	7,5E-02	3,6E+00	9,8E-01	7,6E-02	1,3E-01

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Unsaturated zone soil beneath a building
Johnson and Ettinger Indoor air model
Volatilization from unsaturated soil source to indoor air (onsite)

Unsaturated Zone Soil Source		
Thickness of contamination	m	4,0E+00
Length of source	m	1,3E+02
Width of source	m	6,5E+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	2,8E-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 = 2 * (length + width of foundation)	m	1,6E+01
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	6,0E-01	2,7E+03
Acenaphthylene	4,2E-01	2,1E+03
Anthracene	4,0E-01	2,1E+03
Benzo(a)pyrene	5,0E-02	7,3E+02
Benzo(b)fluoranthene	7,0E-02	7,3E+02
Benzo(g,h,I)perylene	7,1E-01	7,3E+02
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	3,0E-06	0,0E+00
Ethylbenzene	1,7E+00	5,9E+02
Fluoranthene	1,0E-01	2,1E+03
Fluorene	8,0E-01	2,1E+03
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	7,0E-02	7,3E+02
Naphthalene	9,8E+00	5,9E+02
Phenanthrene	1,7E+00	2,1E+03
Pyrene	3,4E-01	2,1E+03
TPH Aliphatic C6-8	4,1E+01	7,5E+02
TPH Aliphatic C8-10	1,2E+03	5,1E+03
TPH Aliphatic C10-12	2,9E+03	5,1E+03
TPH Aliphatic C12-16	2,9E+03	5,1E+03
TPH Aromatic C8-10	1,6E+02	7,5E+02
TPH Aromatic C10-12	2,9E+03	5,1E+03
TPH Aromatic C12-16	2,9E+03	5,1E+03
Xylenes (total)	5,7E+00	5,9E+02

Chemical Properties	Units	Acenaphthene	Acenaphthylene	Anthracene	Benzo(a)pyrene	Benzo(b)fluoranthene	Benzo(g,h,I)perylene	Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	Ethylbenzene	Fluoranthene	Fluorene	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Naphthalene	Phenanthrene	Pyrene	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	Xylenes (total)
Diffusion coefficient in air	cm2/s	4,2E-02	4,4E-02	3,2E-02	4,3E-02	2,3E-02	4,9E-02	1,3E-02	7,5E-02	3,0E-02	3,6E-02	1,9E-02	5,9E-02	5,2E-02	2,7E-02	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	8,5E-02
Diffusion coefficient in water	cm2/s	7,7E-06	7,5E-06	7,7E-06	9,0E-06	5,6E-06	5,6E-06	5,8E-06	7,8E-06	6,4E-06	7,9E-06	5,7E-06	7,5E-06	5,9E-06	7,2E-06	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	9,9E-06
Solubility	mg/l	4,2E+00	1,6E+01	4,3E-02	1,6E-03	1,5E-03	2,6E-04	2,7E-05	1,7E+02	2,1E-01	2,0E+00	2,2E-05	3,1E+01	1,2E+00	1,4E-01	5,4E+00	4,3E-01	3,4E-02	7,6E-04	6,5E+01	2,5E+01	5,8E+00	1,1E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organiChem carbon partition coefficient	L/kg	7,1E+03	2,8E+03	3,0E+04	1,0E+06	1,2E+06	7,8E+06	4,2E+05	3,6E+02	1,1E+05	1,4E+04	3,5E+06	2,0E+03	2,3E+04	1,1E+05	4,0E+03	3,2E+04	2,5E+05	5,0E+06	1,6E+03	2,5E+03	5,0E+03	3,8E+02
Henry's Law coefficient	m3-H2O)/(m3-air	6,4E-03	4,7E-03	2,7E-03	4,6E-05	4,6E-03	6,6E-05	1,0E-03	3,2E-01	6,6E-04	2,6E-03	6,6E-05	2,0E-02	1,5E-03	4,5E-04	5,1E+01	8,2E+01	1,3E+02	5,4E+02	4,9E-01	1,4E-01	5,4E-02	2,1E-01
Molecular weight	g/mol	1,5E+02	1,5E+02	1,8E+02	2,5E+02	2,5E+02	2,8E+02	3,9E+02	1,1E+02	2,0E+02	1,7E+02	2,8E+02	1,3E+02	1,8E+02	2,0E+02	1,0E+02	1,3E+02	1,6E+02	2,0E+02	1,2E+02	1,3E+02	1,5E+02	1,1E+02

Indoor air concentration (mg/m3)

Time (year)	Acenaphthene (mg/m3)	Acenaphthylene (mg/m3)	Anthracene (mg/m3)	Benzo(a)pyrene (mg/m3)	Benzo(b)fluoranthene (mg/m3)	Benzo(g,h,I)perylene (mg/m3)	Dioxin (TCDD, 2,3,7,8) (mg/m3)	Ethylbenzene (mg/m3)	Fluoranthene (mg/m3)	Fluorene (mg/m3)	Indeno(1,2,3-cd)pyrene (mg/m3)	Naphthalene (mg/m3)	Phenanthrene (mg/m3)	Pyrene (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)	Xylenes (total) (mg/m3)
0	1,8E-07	4,6E-07	5,7E-10	9,3E-14	1,2E-11	2,8E-13	4,6E-14	7,0E-03	1,5E-10	5,4E-08	2,2E-15	3,7E-04	3,6E-08	2,2E-10	7,1E-01	3,0E-01	7,4E-02	5,5E-03	2,7E-01	7,2E-02	5,6E-03	9,4E-03
42	1,8E-07	4,6E-07	5,7E-10	9,3E-14	1,2E-11	2,8E-13	4,6E-14	7,0E-03	1,5E-10	5,4E-08	2,2E-15	3,7E-04	3,6E-08	2,2E-10	7,1E-01	3,0E-01	7,4E-02	5,5E-03	2,7E-01	7,2E-02	5,6E-03	9,4E-03

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Unsaturated zone soil beneath a building
Johnson and Ettinger Indoor air model
Volatilization from unsaturated soil source to indoor air (onsite)

Unsaturated Zone Soil Source		
Thickness of contamination	m	4,0E+00
Length of source	m	1,3E+02
Width of source	m	6,5E+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	2,8E-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	2,0E+01
Enclosed space floor width	m	1,5E+01
Enclosed space height	m	5,0E+00
Volume of building	m3	1,5E+03
Number of air changes per hour	1/hr	1,0E+00
Length of foundation perimeter = 2 * (length + width of foundation)	m	7,0E+01
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	6,0E-01	2,7E+03
Acenaphthylene	4,2E-01	2,1E+03
Anthracene	4,0E-01	2,1E+03
Benzo(a)pyrene	5,0E-02	7,3E+02
Benzo(b)fluoranthene	7,0E-02	7,3E+02
Benzo(g,h,I)perylene	7,1E-01	7,3E+02
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	3,0E-06	0,0E+00
Ethylbenzene	1,7E+00	5,9E+02
Fluoranthene	1,0E-01	2,1E+03
Fluorene	8,0E-01	2,1E+03
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	7,0E-02	7,3E+02
Naphthalene	9,8E+00	5,9E+02
Phenanthrene	1,7E+00	2,1E+03
Pyrene	3,4E-01	2,1E+03
TPH Aliphatic C6-8	4,1E+01	7,5E+02
TPH Aliphatic C8-10	1,2E+03	5,1E+03
TPH Aliphatic C10-12	2,9E+03	5,1E+03
TPH Aliphatic C12-16	2,9E+03	5,1E+03
TPH Aromatic C8-10	1,6E+02	7,5E+02
TPH Aromatic C10-12	2,9E+03	5,1E+03
TPH Aromatic C12-16	2,9E+03	5,1E+03
Xylenes (total)	5,7E+00	5,9E+02

Chemical Properties	Units	Acenaphthene	Acenaphthylene	Anthracene	Benzo(a)pyrene	Benzo(b)fluoranthene	Benzo(g,h,I)perylene	Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	Ethylbenzene	Fluoranthene	Fluorene	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Naphthalene	Phenanthrene	Pyrene	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	Xylenes (total)
Diffusion coefficient in air	cm2/s	4,2E-02	4,4E-02	3,2E-02	4,3E-02	2,3E-02	4,9E-02	1,3E-02	7,5E-02	3,0E-02	3,6E-02	1,9E-02	5,9E-02	5,2E-02	2,7E-02	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	8,5E-02
Diffusion coefficient in water	cm2/s	7,7E-06	7,5E-06	7,7E-06	9,0E-06	5,6E-06	5,6E-06	5,8E-06	7,8E-06	6,4E-06	7,9E-06	5,7E-06	7,5E-06	5,9E-06	7,2E-06	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	9,9E-06
Solubility	mg/l	4,2E+00	1,6E+01	4,3E-02	1,6E-03	1,5E-03	2,6E-04	2,7E-05	1,7E+02	2,1E-01	2,0E+00	2,2E-05	3,1E+01	1,2E+00	1,4E-01	5,4E+00	4,3E-01	3,4E-02	7,6E-04	6,5E+01	2,5E+01	5,8E+00	1,1E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organiChem carbon partition coefficient	L/kg	7,1E+03	2,8E+03	3,0E+04	1,0E+06	1,2E+06	7,8E+06	4,2E+05	3,6E+02	1,1E+05	1,4E+04	3,5E+06	2,0E+03	2,3E+04	1,1E+05	4,0E+03	3,2E+04	2,5E+05	5,0E+06	1,6E+03	2,5E+03	5,0E+03	3,8E+02
Henry's Law coefficient	m3-H2O)/(m3-air	6,4E-03	4,7E-03	2,7E-03	4,6E-05	4,6E-03	6,6E-05	1,0E-03	3,2E-01	6,6E-04	2,6E-03	6,6E-05	2,0E-02	1,5E-03	4,5E-04	5,1E+01	8,2E+01	1,3E+02	5,4E+02	4,9E-01	1,4E-01	5,4E-02	2,1E-01
Molecular weight	g/mol	1,5E+02	1,5E+02	1,8E+02	2,5E+02	2,5E+02	2,8E+02	3,9E+02	1,1E+02	2,0E+02	1,7E+02	2,8E+02	1,3E+02	1,8E+02	2,0E+02	1,0E+02	1,3E+02	1,6E+02	2,0E+02	1,2E+02	1,3E+02	1,5E+02	1,1E+02

Annexe 8 : Feuilles de transferts eau souterraine / air ambiant intérieur

Indoor air concentration (mg/m3)

Time (year)	Acenaphthene (mg/m3)	Acenaphthylene (mg/m3)	Benzene (mg/m3)	Ethylbenzene (mg/m3)	Fluorene (mg/m3)	Naphthalene (mg/m3)	Phenanthrene (mg/m3)	Toluene (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)	Xylenes (total) (mg/m3)
0	2,7E-08	1,5E-08	9,2E-05	7,9E-04	1,5E-08	2,1E-05	1,1E-08	1,5E-04	3,8E-01	2,9E+00	7,3E-02	3,3E-02	1,6E-02	8,8E-05	3,2E-05	2,6E-03
42	2,7E-08	1,5E-08	9,2E-05	7,9E-04	1,5E-08	2,1E-05	1,1E-08	1,5E-04	3,8E-01	2,9E+00	7,3E-02	3,3E-02	1,6E-02	8,8E-05	3,2E-05	2,6E-03

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)
Saturated zone model (dissolved phase source)

*** 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 groundwater to building	m	2,7E+00
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

Capillary Fringe		
Thickness of the capillary fringe	cm	2,5E+01
Air content	-	6,7E-02
Water content	-	3,2E-01

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 = 2 * (length + width of foundation)	m	1,6E+01
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.

Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]		
Acenaphthene	mg/l	3,0E-05
Acenaphthylene	mg/l	2,0E-05
Benzene	mg/l	5,2E-03
Ethylbenzene	mg/l	3,7E-02
Fluorene	mg/l	3,0E-05
Naphthalene	mg/l	1,1E-02
Phenanthrene	mg/l	3,0E-05
Toluene	mg/l	7,1E-03
TPH Aliphatic C6-8	mg/l	9,2E-02
TPH Aliphatic C8-10	mg/l	4,3E-01
TPH Aliphatic C10-12	mg/l	7,0E-03
TPH Aliphatic C12-16	mg/l	7,6E-04
TPH Aromatic C8-10	mg/l	3,8E-01
TPH Aromatic C10-12	mg/l	7,0E-03
TPH Aromatic C12-16	mg/l	5,8E-03
Xylenes (total)	mg/l	1,6E-01

Chemical Properties	Units	Acenaphthene	Acenaphthylene	Benzene	Ethylbenzene	Fluorene	Naphthalene	Phenanthrene	Toluene	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	Xylenes (total)
Diffusion coefficient in air	cm2/s	4,2E-02	4,4E-02	8,8E-02	7,5E-02	3,6E-02	5,9E-02	5,2E-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	8,5E-02
Diffusion coefficient in water	cm2/s	7,7E-06	7,5E-06	9,8E-06	7,8E-06	7,9E-06	7,5E-06	5,9E-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	9,9E-06
Solubility	mg/l	4,2E+00	1,6E+01	1,8E+03	1,7E+02	2,0E+00	3,1E+01	1,2E+00	5,3E+02	5,4E+00	4,3E-01	3,4E-02	7,6E-04	6,5E+01	2,5E+01	5,8E+00	1,1E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organiChem carbon partition coefficient	L/kg	7,1E+03	2,8E+03	5,9E+01	3,6E+02	1,4E+04	2,0E+03	2,3E+04	1,8E+02	4,0E+03	3,2E+04	2,5E+05	5,0E+06	1,6E+03	2,5E+03	5,0E+03	3,8E+02
Henry's Law coefficient	m3-H2O)/(m3-air	6,4E-03	4,7E-03	2,3E-01	3,2E-01	2,6E-03	2,0E-02	1,5E-03	2,7E-01	5,1E+01	8,2E+01	1,3E+02	5,4E+02	4,9E-01	1,4E-01	5,4E-02	2,1E-01
Molecular weight	g/mol	1,5E+02	1,5E+02	7,8E+01	1,1E+02	1,7E+02	1,3E+02	1,8E+02	9,2E+01	1,0E+02	1,3E+02	1,6E+02	2,0E+02	1,2E+02	1,3E+02	1,5E+02	1,1E+02

Indoor air concentration (mg/m3)

Time (year)	Acenaphthene (mg/m3)	Acenaphthylene (mg/m3)	Benzene (mg/m3)	Ethylbenzene (mg/m3)	Fluorene (mg/m3)	Naphthalene (mg/m3)	Phenanthrene (mg/m3)	Toluene (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)	Xylenes (total) (mg/m3)
0	1,3E-08	7,6E-09	4,6E-05	3,9E-04	7,5E-09	1,0E-05	5,3E-09	7,3E-05	1,9E-01	1,4E+00	3,7E-02	1,7E-02	7,8E-03	4,4E-05	1,6E-05	1,3E-03
42	1,3E-08	7,6E-09	4,6E-05	3,9E-04	7,5E-09	1,0E-05	5,3E-09	7,3E-05	1,9E-01	1,4E+00	3,7E-02	1,7E-02	7,8E-03	4,4E-05	1,6E-05	1,3E-03

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)
Saturated zone model (dissolved phase source)

*** 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 groundwater to building	m	2,7E+00
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

Capillary Fringe		
Thickness of the capillary fringe	cm	2,5E+01
Air content	-	6,7E-02
Water content	-	3,2E-01

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	1,0E+00
Length of foundation perimeter = 2 * (length + width of foundation)	m	1,6E+01
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.

Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]		
Acenaphthene	mg/l	3,0E-05
Acenaphthylene	mg/l	2,0E-05
Benzene	mg/l	5,2E-03
Ethylbenzene	mg/l	3,7E-02
Fluorene	mg/l	3,0E-05
Naphthalene	mg/l	1,1E-02
Phenanthrene	mg/l	3,0E-05
Toluene	mg/l	7,1E-03
TPH Aliphatic C6-8	mg/l	9,2E-02
TPH Aliphatic C8-10	mg/l	4,3E-01
TPH Aliphatic C10-12	mg/l	7,0E-03
TPH Aliphatic C12-16	mg/l	7,6E-04
TPH Aromatic C8-10	mg/l	3,8E-01
TPH Aromatic C10-12	mg/l	7,0E-03
TPH Aromatic C12-16	mg/l	5,8E-03
Xylenes (total)	mg/l	1,6E-01

Chemical Properties	Units	Acenaphthene	Acenaphthylene	Benzene	Ethylbenzene	Fluorene	Naphthalene	Phenanthrene	Toluene	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	Xylenes (total)
Diffusion coefficient in air	cm2/s	4,2E-02	4,4E-02	8,8E-02	7,5E-02	3,6E-02	5,9E-02	5,2E-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	8,5E-02
Diffusion coefficient in water	cm2/s	7,7E-06	7,5E-06	9,8E-06	7,8E-06	7,9E-06	7,5E-06	5,9E-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	9,9E-06
Solubility	mg/l	4,2E+00	1,6E+01	1,8E+03	1,7E+02	2,0E+00	3,1E+01	1,2E+00	5,3E+02	5,4E+00	4,3E-01	3,4E-02	7,6E-04	6,5E+01	2,5E+01	5,8E+00	1,1E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organiChem carbon partition coefficient	L/kg	7,1E+03	2,8E+03	5,9E+01	3,6E+02	1,4E+04	2,0E+03	2,3E+04	1,8E+02	4,0E+03	3,2E+04	2,5E+05	5,0E+06	1,6E+03	2,5E+03	5,0E+03	3,8E+02
Henry's Law coefficient	m3-H2O)/(m3-air	6,4E-03	4,7E-03	2,3E-01	3,2E-01	2,6E-03	2,0E-02	1,5E-03	2,7E-01	5,1E+01	8,2E+01	1,3E+02	5,4E+02	4,9E-01	1,4E-01	5,4E-02	2,1E-01
Molecular weight	g/mol	1,5E+02	1,5E+02	7,8E+01	1,1E+02	1,7E+02	1,3E+02	1,8E+02	9,2E+01	1,0E+02	1,3E+02	1,6E+02	2,0E+02	1,2E+02	1,3E+02	1,5E+02	1,1E+02

Annexe 9 : Feuilles de transferts sol / air ambiant extérieur

Outdoor air -- volatile concentration (mg/m3)

Time (year)	Acenaphthene (mg/m3)	Acenaphthylene (mg/m3)	Anthracene (mg/m3)	Benzo(a)pyrene (mg/m3)	Benzo(b)fluoranthene (mg/m3)	Benzo(g,h,I)perylene (mg/m3)	Dioxin (TCDD, 2,3,7,8) (mg/m3)	Ethylbenzene (mg/m3)	Fluoranthene (mg/m3)	Fluorene (mg/m3)	Indeno(1,2,3-cd)pyrene (mg/m3)	Naphthalene (mg/m3)	Phenanthrene (mg/m3)	Pyrene (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)	Xylenes (total) (mg/m3)
0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00
42	1,1E-07	1,7E-07	4,4E-09	2,8E-12	7,0E-11	1,1E-12	1,7E-15	6,6E-05	1,9E-10	2,2E-08	5,2E-13	1,6E-05	1,5E-08	1,9E-10	1,4E-03	2,0E-02	3,7E-02	5,2E-03	6,3E-03	2,0E-02	4,0E-03	1,8E-04

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Unsaturated zone soil (depleting source)
Depleting source
Onsite exposure models:

Soil to outdoor air model

Unsaturated Zone Soil Source		
Depth to top of contamination	m	0,0E+00
Thickness of contamination	m	4,0E+00
Length of source	m	1,3E+02
Width of source	m	6,5E+01

Unsaturated Zone Properties		
Total Porosity in vadose zone	cm3/cm3	3,9E-01
Residual water content	cm3/cm3	3,9E-02
Fraction organic carbon	g oc/g soil	8,0E-03
Soil bulk density	g/cm3	1,6E+00
Infiltration rate	cm/yr	1,0E+01
Saturated conductivity	m/d	3,8E-01
Van Genuchten's n	-	1,9E+00

Chemical Degradation Rate in Unsaturated Zone		
Acenaphthene	1/d	3,4E-03
Acenaphthylene	1/d	5,8E-03
Anthracene	1/d	7,5E-04
Benzo(a)pyrene	1/d	6,5E-04
Benzo(b)fluoranthene	1/d	5,7E-04
Benzo(g,h,I)perylene	1/d	5,3E-04
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	1/d	0,0E+00
Ethylbenzene	1/d	3,0E-03
Fluoranthene	1/d	7,9E-04
Fluorene	1/d	5,8E-03
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	1/d	4,8E-04
Naphthalene	1/d	2,7E-03
Phenanthrene	1/d	2,0E-03
Pyrene	1/d	1,8E-04
TPH Aliphatic C6-8	1/d	0,0E+00
TPH Aliphatic C8-10	1/d	0,0E+00
TPH Aliphatic C10-12	1/d	0,0E+00
TPH Aliphatic C12-16	1/d	0,0E+00
TPH Aromatic C8-10	1/d	0,0E+00
TPH Aromatic C10-12	1/d	0,0E+00
TPH Aromatic C12-16	1/d	0,0E+00
Xylenes (total)	1/d	1,9E-03

*** Lens not used

Outdoor Box Model Parameters		
Height of box (breathing zone)	m	1,5E+00
Length of box	m	1,3E+02
Width of box	m	6,5E+01
Wind speed	m/s	2,0E+00

Source Concentration for Unsaturated Zone Model (mg/kg)		
Acenaphthene	mg/kg	1,8E-01
Acenaphthylene	mg/kg	1,4E-01
Anthracene	mg/kg	9,0E-02
Benzo(a)pyrene	mg/kg	5,0E-02
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg	5,0E-02
Benzo(g,h,I)perylene	mg/kg	1,3E-01
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	mg/kg	3,0E-06
Ethylbenzene	mg/kg	3,3E-01
Fluoranthene	mg/kg	6,0E-02
Fluorene	mg/kg	1,9E-01
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	mg/kg	5,0E-02
Naphthalene	mg/kg	1,7E+00
Phenanthrene	mg/kg	2,7E-01
Pyrene	mg/kg	9,0E-02
TPH Aliphatic C6-8	mg/kg	6,8E+00
TPH Aliphatic C8-10	mg/kg	9,5E+01
TPH Aliphatic C10-12	mg/kg	2,8E+02
TPH Aliphatic C12-16	mg/kg	2,9E+02
TPH Aromatic C8-10	mg/kg	3,4E+01
TPH Aromatic C10-12	mg/kg	2,8E+02
TPH Aromatic C12-16	mg/kg	2,9E+02
Xylenes (total)	mg/kg	9,3E-01

Chemical Properties	Units	Acenaphthene	Acenaphthylene	Anthracene	Benzo(a)pyrene	Benzo(b)fluoranthene	Benzo(g,h,I)perylene	Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	Ethylbenzene	Fluoranthene	Fluorene	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Naphthalene	Phenanthrene	Pyrene	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	Xylenes (total)
Diffusion coefficient in air	cm2/s	4,2E-02	4,4E-02	3,2E-02	4,3E-02	2,3E-02	4,9E-02	1,3E-02	7,5E-02	3,0E-02	3,6E-02	1,9E-02	5,9E-02	5,2E-02	2,7E-02	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	1,0E-01	8,5E-02
Diffusion coefficient in water	cm2/s	7,7E-06	7,5E-06	7,7E-06	9,0E-06	5,6E-06	5,6E-06	5,8E-06	7,8E-06	6,4E-06	7,9E-06	5,7E-06	7,5E-06	5,9E-06	7,2E-06	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	1,0E-05	9,9E-06
Solubility	mg/l	4,2E+00	1,6E+01	4,3E-02	1,6E-03	1,5E-03	2,6E-04	2,7E-05	1,7E+02	2,1E-01	2,0E+00	2,2E-05	3,1E+01	1,2E+00	1,4E-01	5,4E+00	4,3E-01	3,4E-02	7,6E-04	6,5E+01	2,5E+01	5,8E+00	1,1E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organiChem carbon partition coefficient	L/kg	7,1E+03	2,8E+03	3,0E+04	1,0E+06	1,2E+06	7,8E+06	4,2E+05	3,6E+02	1,1E+05	1,4E+04	3,5E+06	2,0E+03	2,3E+04	1,1E+05	4,0E+03	3,2E+04	2,5E+05	5,0E+06	1,6E+03	2,5E+03	5,0E+03	3,8E+02
Henry's Law coefficient	m3-H2O)/(m3-ai	6,4E-03	4,7E-03	2,7E-03	4,6E-05	4,6E-03	6,6E-05	1,0E-03	3,2E-01	6,6E-04	2,6E-03	6,6E-05	2,0E-02	1,5E-03	4,5E-04	5,1E+01	8,2E+01	1,3E+02	5,4E+02	4,9E-01	1,4E-01	5,4E-02	2,1E-01
Molecular weight	g/mol	1,5E+02	1,5E+02	1,8E+02	2,5E+02	2,5E+02	2,8E+02	3,9E+02	1,1E+02	2,0E+02	1,7E+02	2,8E+02	1,3E+02	1,8E+02	2,0E+02	1,0E+02	1,3E+02	1,6E+02	2,0E+02	1,2E+02	1,3E+02	1,5E+02	1,1E+02

Annexe 10 : Feuilles de transferts eau souterraine / air ambiant extérieur

Outdoor air -- volatile concentration (mg/m3)

Time (year)	Acenaphthene (mg/m3)	Acenaphthylene (mg/m3)	Ethylbenzene (mg/m3)	Fluorene (mg/m3)	Naphthalene (mg/m3)	Phenanthrene (mg/m3)	Toluene (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)	Xylenes (total) (mg/m3)
0	3,1E-10	2,7E-10	4,4E-06	1,8E-10	1,2E-07	1,4E-10	1,3E-06	3,4E-03	4,4E-02	4,1E-04	5,4E-04	1,1E-04	4,9E-07	1,8E-07	1,5E-05
42	3,1E-10	2,7E-10	4,4E-06	1,8E-10	1,2E-07	1,4E-10	1,3E-06	3,4E-03	4,4E-02	4,1E-04	5,4E-04	1,1E-04	4,9E-07	1,8E-07	1,5E-05

Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

Model Description:

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)
Saturated zone model (dissolved phase source)

Unsaturated Zone Properties		
Total Porosity in vadose zone	cm3/cm3	3,9E-01
Water content	cm3/cm3	1,0E-01
Depth to groundwater (from ground surface)	m	2,8E+00

Chemical Degradation Rate in Unsaturated Zone		
Acenaphthene	1/d	3,4E-03
Acenaphthylene	1/d	5,8E-03
Ethylbenzene	1/d	3,0E-03
Fluorene	1/d	5,8E-03
Naphthalene	1/d	2,7E-03
Phenanthrene	1/d	2,0E-03
Toluene	1/d	2,5E-02
TPH Aliphatic C6-8	1/d	0,0E+00
TPH Aliphatic C8-10	1/d	0,0E+00
TPH Aliphatic C10-12	1/d	0,0E+00
TPH Aliphatic C12-16	1/d	0,0E+00
TPH Aromatic C8-10	1/d	0,0E+00
TPH Aromatic C10-12	1/d	0,0E+00
TPH Aromatic C12-16	1/d	0,0E+00
Xylenes (total)	1/d	1,9E-03

*** Lens not used

Outdoor Box Model Parameters		
Height of box (breathing zone)	m	1,5E+00
Length of box	m	1,3E+02
Width of box	m	6,5E+01
Wind speed	m/s	2,0E+00

Capillary Fringe		
Thickness of the capillary fringe	cm	2,5E+01
Air content	-	6,7E-02
Water content	-	3,2E-01

Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]		
Acenaphthene	mg/l	2,0E-05
Acenaphthylene	mg/l	2,0E-05
Ethylbenzene	mg/l	1,3E-02
Fluorene	mg/l	2,0E-05
Naphthalene	mg/l	3,9E-03
Phenanthrene	mg/l	2,0E-05
Toluene	mg/l	4,1E-03
TPH Aliphatic C6-8	mg/l	5,1E-02
TPH Aliphatic C8-10	mg/l	4,1E-01
TPH Aliphatic C10-12	mg/l	2,4E-03
TPH Aliphatic C12-16	mg/l	7,6E-04
TPH Aromatic C8-10	mg/l	1,7E-01
TPH Aromatic C10-12	mg/l	2,4E-03
TPH Aromatic C12-16	mg/l	2,0E-03
Xylenes (total)	mg/l	5,8E-02

Chemical Properties	Units	Acenaphthene	Acenaphthylene	Ethylbenzene	Fluorene	Naphthalene	Phenanthrene	Toluene	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	Xylenes (total)
Diffusion coefficient in air	cm2/s	4,2E-02	4,4E-02	7,5E-02	3,6E-02	5,9E-02	5,2E-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	8,5E-02
Diffusion coefficient in water	cm2/s	7,7E-06	7,5E-06	7,8E-06	7,9E-06	7,5E-06	5,9E-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	9,9E-06
Solubility	mg/l	4,2E+00	1,6E+01	1,7E+02	2,0E+00	3,1E+01	1,2E+00	5,3E+02	5,4E+00	4,3E-01	3,4E-02	7,6E-04	6,5E+01	2,5E+01	5,8E+00	1,1E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organiChem carbon partition coefficient	L/kg	7,1E+03	2,8E+03	3,6E+02	1,4E+04	2,0E+03	2,3E+04	1,8E+02	4,0E+03	3,2E+04	2,5E+05	5,0E+06	1,6E+03	2,5E+03	5,0E+03	3,8E+02
Henry's Law coefficient	m3-H2O)/(m3-air	6,4E-03	4,7E-03	3,2E-01	2,6E-03	2,0E-02	1,5E-03	2,7E-01	5,1E+01	8,2E+01	1,3E+02	5,4E+02	4,9E-01	1,4E-01	5,4E-02	2,1E-01
Molecular weight	g/mol	1,5E+02	1,5E+02	1,1E+02	1,7E+02	1,3E+02	1,8E+02	9,2E+01	1,0E+02	1,3E+02	1,6E+02	2,0E+02	1,2E+02	1,3E+02	1,5E+02	1,1E+02

Annexe 11 : Feuilles de transferts gaz du sol / air ambiant extérieur

Calcul du coefficient de diffusion effectif des composés en zone vadose en fonction du type de sol

		Dair	θav		θtv	Dwater	Kh	*1/Kh*	θwv		**Deffv**
		Coefficient de diffusion dans l'air cm²/s	Teneur en air dans les pores de la zone vadose cm3air/cm3sol	*3,33E+00*	Porosité totale de la zone vadose cm3pores/cm3sol	Coeff de diffusion dans l'eau cm²/s	Constante de Henry		Teneur en eau dans les pores de la zone vadose cm3eau/cm3sol		**Coeff de diffusion effective zone vadose cm²/s**
Type de sol	**Sandy Loam**		0,284		0,387				0,103		
PFAS											
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	*(1)*	2,33E-02	0,284	*0,0151*	0,387	6,01E-06	7,97E-09	*1,25E+08*	1,03E-01	*0,000512*	6,23E-02
PFOS	*(1)*	2,08E-02	0,284	*0,0151*	0,387	5,27E-06	1,77E-05	*5,64E+04*	1,03E-01	*0,000512*	2,11E-03
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	*(1)*	2,58E-02	0,284	*0,0151*	0,387	6,77E-06	9,61E-09	*1,04E+08*	1,03E-01	*0,000512*	6,47E-02
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
PFOA	*(1)*	2,26E-02	0,284	*0,0151*	0,387	5,79E-06	1,46E-04	*6,85E+03*	1,03E-01	*0,000512*	2,27E-03
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	*(1) (2)*	2,13E-02	0,284	*0,0151*	0,387	5,41E-06	7,44E-09	*1,34E+08*	1,03E-01	*0,000512*	5,51E-02
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	*(1)*	3,03E-02	0,284	*0,0151*	0,387	8,17E-06	4,87E-03	*2,06E+02*	1,03E-01	*0,000512*	3,05E-03
Perfluornonanoic acid (PFNA)	*(1)*	2,13E-02	0,284	*0,0151*	0,387	5,43E-06	4,78E-08	*2,09E+07*	1,03E-01	*0,000512*	1,04E-02
Perfluordecanoic acid (PFDA)	*(1)*	1,97E-02	0,284	*0,0151*	0,387	4,94E-06	6,17E-09	*1,62E+08*	1,03E-01	*0,000512*	5,60E-02
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	*(1)*	2,68E-02	0,284	*0,0151*	0,387	7,10E-06	1,21E-08	*8,29E+07*	1,03E-01	*0,000512*	5,67E-02
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
PFDS			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
PFNS			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
PFUnDA / PFUna			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
PFUndS			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
PFDoDA / PFDoA	*(1)*	1,86E-02	0,284	*0,0151*	0,387	4,62E-06	1,39E-08	*7,19E+07*	1,03E-01	*0,000512*	2,30E-02
PFDodS			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
PFTrS / PFTrDS			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!
PFOSA	*(1)*	2,06E-02	0,284	*0,0151*	0,387	5,19E-06	ND	*#VALEUR!*	1,03E-01	*0,000512*	#VALEUR!
DONA / ADONA			0,284	*0,0151*	0,387			*#DIV/0!*	1,03E-01	*0,000512*	#DIV/0!

Calcul du flux de polluant à l'interface sols/air extérieur

	Deff Coeff de diffusion effectif cm²/s	Cvs concentration dans les **mg/m3**	*Cvs* *concentration dans les gaz* *g/cm3*	Lgds profondeur source gaz **cm**	**F** **flux de polluant à l'interface sols / g/cm²/s**
				50	
PFAS					
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	6,23E-02	2,10E-06	*2,10E-15*	50	2,62E-18
PFOS	2,11E-03	2,10E-06	*2,10E-15*	50	8,88E-20
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	6,47E-02	5,31E-04	*5,31E-13*	50	6,87E-16
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
PFOA	2,27E-03	9,40E-06	*9,40E-15*	50	4,27E-19
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	5,51E-02	9,80E-03	*9,80E-12*	50	1,08E-14
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	3,05E-03	1,43E-04	*1,43E-13*	50	8,71E-18
Perfluornonanoic acid (PFNA)	1,04E-02	2,10E-06	*2,10E-15*	50	4,38E-19
Perfluordecanoic acid (PFDA)	5,60E-02	2,10E-06	*2,10E-15*	50	2,35E-18
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	5,67E-02	2,10E-06	*2,10E-15*	50	2,38E-18
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
PFDS	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
PFNS	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
PFUnDA / PFUna	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
PFUndS	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
PFDoDA / PFDoA	2,30E-02	2,10E-06	*2,10E-15*	50	9,65E-19
PFDodS	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
PFTrS / PFTrDS	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!
PFOSA	#VALEUR!	2,10E-06	*2,10E-15*	50	#VALEUR!
DONA / ADONA	#DIV/0!		*0,00E+00*	50	#DIV/0!

Calcul de la concentration moyenne dans l'air extérieur

	F flux g/cm²/s	u vitesse moyenne m/s	L longueur de la zone de m	H hauteur de la zone de m	*Cext* *concentration moyenne* *g/cm3*
		2	**123**	**1,5**	
PFAS					
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	2,62E-18	2	123	1,5	*1,07E-18*
PFOS	8,88E-20	2	123	1,5	*3,64E-20*
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)					*#VALEUR!*
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	6,87E-16	2	123	1,5	*2,82E-16*
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)					*#VALEUR!*
PFOA	4,27E-19	2	123	1,5	*1,75E-19*
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	1,08E-14	2	123	1,5	*4,43E-15*
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)					*#VALEUR!*
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	8,71E-18	2	123	1,5	*3,57E-18*
Perfluornonanoic acid (PFNA)	4,38E-19	2	123	1,5	*1,80E-19*
Perfluordecanoic acid (PFDA)	2,35E-18	2	123	1,5	*9,65E-19*
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	2,38E-18	2	123	1,5	*9,76E-19*
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)					*#VALEUR!*
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)					*#VALEUR!*
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS					*#VALEUR!*
PFDS					*#VALEUR!*
PFNS					*#VALEUR!*
PFUnDA / PFUna					*#VALEUR!*
PFUndS					*#VALEUR!*
PFDoDA / PFDoA	9,65E-19	2	123	1,5	*3,96E-19*
PFDodS					*#VALEUR!*
PFTrS / PFTrDS					*#VALEUR!*
PFOSA		2	123	1,5	*#VALEUR!*
DONA / ADONA					*#VALEUR!*

	Cext Concentration mg/m3
PFAS	
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	1,07E-09
PFOS	3,64E-11
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)	
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,82E-07
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)	
PFOA	1,75E-10
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	4,43E-06
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)	
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	3,57E-09
Perfluornonanoic acid (PFNA)	1,80E-10
Perfluordecanoic acid (PFDA)	9,65E-10
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	9,76E-10
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)	
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)	
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS	
PFDS	
PFNS	
PFUnDA / PFUna	
PFUndS	
PFDoDA / PFDoA	3,96E-10
PFDodS	
PFTrS / PFTrDS	
PFOSA	
DONA / ADONA	

Annexe 12 : 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)

Notons qu'en utilisant les facteurs tels que définis ci-dessus, on obtient la formule proposée par l'US EPA dans son document « Risk Assessment Guidance for Superfund, Part F, janvier 2009 », équation en vigueur pour l'évaluation des risques sanitaires. Les résultats obtenus sont identiques.

Annexe 13 : Justification du choix des paramètres d'exposition

1 DUREE 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'INERIS[1] 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'échelonnerait 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 industriel, de 43 ans et 220 jours par an pour le travailleur ;**
- **pour le scénario industriel en extérieur, de 43 ans et 220 jours par an pour les travailleurs, et de 43 ans et 12 jours par an pour les travailleurs en charge des espaces verts.**

2 MASSE DE L'INDIVIDU

La valeur de la masse corporelle correspond à la masse moyenne relative à la période d'exposition.

L'US-EPA[3] 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.

---

[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

3 VOLUME D'AIR INHALE

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 m^3/ jour pour une femme et 15,2 m^3/ jour pour un homme, sur la base des calculs présentés dans l'étude de Layton[4] (1993).

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.*, 1993[5], pour des ouvriers du bâtiments, entre 1,1 (en phase de faibles activités) et 2,5 m^3/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 m^3/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)

[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

[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

Les valeurs retenues dans cette étude sont de **20 m³ soit 0,83 m³/h d'air inhalé par jour pour l'exposition d'une personne adulte, soit l'ensemble des cibles étudiées.**

4 QUANTITE DE SOLS INGEREE

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).

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, DIE Remediation a donc retenu les valeurs suivantes :

- **50 mg de sol ingéré en 12 h pour les travailleurs, ce qui équivaut à ingérer 33,3 mg de terre pour un temps de présence de 8h sur le site ;**
- **200 mg/j de sol ingéré pour les travailleurs en charge des espaces verts dans le cadre du scénario industriel en extérieur.**

Annexe 14 : VTR retenues pour l'étude

		VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE									
		Risque non cancérigène				Risque cancérigène					
		Ingestion		Inhalation		Ingestion		Inhalation			
								à seuil de dose		sans seuil de dose	
Famille de composés	Composés	mg/kg/j	Base de données	mg/m^3	Base de données	$(mg/kg/j)^{-1}$	Base de données	mg/m^3	Base de données	$(mg/m^3)^{-1}$	Base de données
HYDROCARBURES ALIPHATIQUES	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	-		-		-	
HYDROCARBURES AROMATIQUES	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	Acénaphtène	6,00E-02	US EPA (choix INERIS)	-		1,00E-03		-		1,10E-03	
	Acénaphtylène	-		-		1,00E-03		-		1,10E-03	
	Anthracène	3,00E-01	US EPA (choix INERIS)	-		1,00E-02		-		1,10E-02	
	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	OEHHA (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	
	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	OEHHA (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	9,70E-03	ANSES	5,50E-02	US EPA	-		1,60E-03	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	OEHHA	-		2,50E-03	OEHHA
	Xylènes	2,00E-01	ATSDR	1,00E-01	US EPA (choix ANSES)	-		-		-	
ETM	Cadmium	3,50E-04	ANSES	4,50E-04	ANSES	-		3,00E-04	ANSES	-	
PFAS	Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	4,00E-03	ANSES	-		-		-		-	
	PFOS	6,00E-05	ANSES	-		39,5	US EPA	-		-	
	Perfluorpentanoic acid (PFPeA)	3,20E-01	ANSES	-		-		-		-	
	Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,00E-02	ANSES	1,10E-02	ANSES	-		-		-	
	Perfluorheptanoic acid (PFHpA)	2,50E-05	ANSES	-		-		-		-	
	PFOA	2,50E-05	ANSES	-		2,93E+04	US EPA	-		-	
	Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	3,30E-04	ANSES	6,00E-04	ANSES	-		-		-	
	Perfluorbutanoic acid (PFBA)	2,00E-02	ANSES	1,24E-02	ANSES	-		-		-	
	Perfluornonanoic acid (PFNA)	6,30E-07	EFSA (somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS)	-		-		-		-	
	Perfluordecanoic acid (PFDA)	4,00E-10	US EPA	-		-		-		-	
	Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	8,00E-02	ANSES	-		-		-		-	
	Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)	-		-		-		-		-	
	Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)	-		-		-		-		-	
	Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS	6,30E-07	EFSA	-		-		-		-	
	PFDoDA / PFDoA	-		-		-		-		-	
	PFOSA	-		-		-		-		-	
	DONA / ADONA	-		-		-		-		-	

Légende :
-' : Absence de VTR
NP: voie non pertinente dans notre étude
0.01: VRT provisoire retenue

Annexe 15 : Tableau de toutes les VTR existantes dans la littérature

Tableau récapitulatif des concentrations de référence par inhalation (effets cancérigènes)

Famille de composés	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	Acénaphtène	83-32-9	US EPA	6,00E-02	1994	Faible	NOAEL, 175	3000	USEPA 1989	Souris	Foie
	Acénaphtylène	208-96-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anthracène	120-12-7	US EPA	3,00E-01	1993	Faible	NOAEL, 1000	3000	USEPA 1989	Souris	Toxicité subchronique
			RIVM	4,00E-02	2000		Basé sur l'évaluation des TPH qui recommande une TDI de 0,04 mg/kgj pour les HC aromatiques C9-C16 non cancérigènes				
	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						
	Fluoranthène	206-44-0	US EPA	4,00E-02	1993	Faible	NOAEL, 125	3000	USEPA 1988	Souris	Foie
	Fluorène	86-73-7	US EPA	4,00E-02	1990	Faible	NOAEL, 125	3000	USEPA 1989	Souris	Troubles sanguins
			RIVM	4,00E-02	-	-	-	-	Baars et al.2001(source TPH)	-	-
	Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	193-39-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Naphtalène	91-20-3	US EPA	2,00E-02	1998	Faible	NOAEL, 71	3000	BCL 1980	Rat	Perte de poids
			Health Canada	2,00E-02	2010						
			RIVM	4,00E-02	-	-	-	-	Baars et al.2001(source TPH)	-	-
	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
CAV (dont BTEX)	Ethylbenzène	100-41-4	US EPA	1,00E-01	1991	Faible	NOEL 97.1	1000	Wolf,1956	Rat /oral	Rein et foie
			RIVM	1,00E-01	2000	-	NOEL 97	1000	Wolf,1956	Rat /oral	Rein et foie
			OMS	9,71E-02	2006	-	NOAEL adj 97.1	1000	Wolf et al., 1956	Rat	Rein, foie
			ATSDR	-	2010	-	-	-	-	-	-
	Xylènes	1330-20-7	US EPA	2,00E-01	2003	Moyen	NOAEL 179	1000	NTP,1986	Rat /gavage	Augmentation de la mortalité, perte de poids
			Health Canada	1,50E+00	1991	-	NOAEL 150	100	Condie, 1988	Rat	foie
			ATSDR	2,00E-01	2007		NOAEL 250	100	NTP, 1986	Rat	Augmentation de la mortalité
			RIVM	1,50E-01	2000	-	LOAEL 150	1000	Condie, 1988	Rat	Reins
ETM	Cadmium	7440-43-9	ATSDR	1,00E-04	2012	-	UCDL10	3	Buchet, Lauwerys, roels, 1990	Homme	Reins
			RIVM	5,00E-04	1999/2000	-	LOAEL 0,001	2	Nogawa et al;, 1989	Homme	Reins
			USEPA (food)	1,00E-03	1994	Elevée	NOAEL 0,01	10	USEPA , 1985	Homme	Protéinurie
			USEPA (water)	5,00E-04	1994	Elevée	NOAEL 0.005	10	USEPA , 1985	Homme	Protéinurie
			OMS	7,00E-03	2005						
			EFSA	3,60E-04	2011						Microglobinurie
			ANSES	3,50E-04	2019						Ostéoporose ou fractures osseuses
PFAS	Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	355-46-4	ANSES	4,00E-03	2017	VTI	NOAEL 1 mg/kg/j	75	Butenhoff et al, 2009	rat	Foie
			EFSA	6,30E-07	2020	Valeur de 0,0044 µg/kg/semaine pour la somme des PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS					
			OEHHA	2,40E-06	2022	ND	BMDL(HED) 2,43 µg/kg/j	1000	NTP, 2019	Rat	Sang
			TCEQ	3,80E-06	2023		LOAEL 0,3 mg/kg/j	300	Hoberman and York 2003	Rat	Système hématologique
			US EPA	4,00E-07	2023	Moyen	BMDL 11,6 ng/kg/j	30	randjean et al, 2012; Budtz Jorgensen etGrandjean, 201	Homme	Système immunitaire
	PFOS	1763-23-1	US EPA	8,00E-05	2009						
			ANSES	8,00E-05	2016						
			ANSES	6,00E-05	2017		NOAEL 21 µg/kg/j	25	Butenhoof et al, 2012	Rat	Foie
			Health Canada	6,00E-05	2021						Hépatoxicité
			EFSA	6,30E-07	2020	Valeur de 0,0044 µg/kg/semaine pour la somme des PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS					
			TCEQ	2,30E-05	2023		LOAEL 0,6 mg/kg/j	100	Zeng et a, 2009	Rat	SNC
			OEHHA	6,40E-07	2023		LOAEC 6,39 ng/kg/j	10	Steenland et al, 2009	Homme	taux de cholestérol
			US EPA	1,00E-07	2023		Multiples	10	multiples études	Homme	Poids de naissance
	Perfluorpentanoic acid (PFPeA)	2706-90-3	*ANSES*	*3,20E-01*	*2017*	*Extrapolation de la VTR PFHxA ANSES 2017*					
			TCEQ	*5,00E-04*	*2023*	*Extrapolation de la VTR PFHxA EPA 2023*					
			INSPQ	*1,50E-04*	*2023*	*Extrapolation de la VTR PFHxA MDH 2021*					
	Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	307-24-4	ANSES	3,20E-01	2017	Moyen	NOAEL 30 mg/kg/j	25	Klaunig et al, 2015	Rat	Rein
			US EPA	5,00E-04	2023	Moyen	BMDL 10,62 mg/kg/j	100	Loveless et al, 2009	Rat	Diminution du poids corporel postnatal
			Michigan	8,30E-02	2019		BMDL 90,4 mglkg/j	300		Rat	Rein
			MDH	1,50E-04	2021		BMDL 22,5 mg/kg/j	300		Rat	Système respiratoire
			TCEQ	5,00E-04	2023	Moyen	BMDL 10,62 mg/kg/j	100	Loveless et al, 2009	Rat	Diminution du poids corporel postnatal
			OEHHA	2,00E-04	2024		BMDL HED 0,066 mg/kg/j	300	Loveless et al, 2010	Rat	Système respiratoire
			ANSES	2,00E-02	2025	Moyen - faible	NOAEL HED 4,8 mg/kg/j	250	Loveless et al, 2009	rat	Respiratoire, hépatique et poids corporel
	Perfluorheptanoic acid (PFHpA)	375-85-9	ANSES	2,50E-05	2017	VTI basée sur les VTR du PFOA ou du PFOS					
			TCEQ	2,30E-05	2023						
	PFOA	335-67-1	ANSES	2,50E-05	2017		NOAEL 60 µg/kg/j	25	Perkins et al, 2004	Rat	Foie
			US EPA	3,00E-08	2023		Multiples	10	multiples études	Homme	Système immunitaire, poids corporel à la naissance
			OEHHA	8,70E-07	2023		NOAEC 2,74 ng/kg/j	10	Gallo et al, 2012	Homme	Sang
			TCEQ	1,20E-05	2023		LOAEL 0,3 mg/kg/j	300			Foie
			EFSA	6,30E-07	2020	Valeur de 0,0044 µg/kg/semaine pour la somme des PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS					
	Fluortelomersulfo. (6:2 FTS, 6:2 FTSA)	27619-97-2	Michigan	3,90E-04	2020	Faible	NOAEL 5 mg/kg/j	3000		Rat	Réduction du poids du cœur
			ANSES	3,30E-04	2025	Moyen - faible	BMDL10 2,05 mg/kg/j	790	Bohannon et al, 2023	Souris	Système immunitaire

Tableau récapitulatif des concentrations de référence par inhalation (effets cancérigènes)

Famille de composés	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
	Perfluorbutanoic acid (PFBA)	375-22-4	ANSES	2,40E-02	2017	valeur toxicologique ir	NOAEL 6 mg/kg/j	75	Butenhoff et al, 2012	Rat	Foie
			Michigan (MDH)	2,90E-03	2018		NOAEL 6,9 mg/kg/j	300	Butenhoff et al. 2012 ; NOTOX 2007b	Rat	Foie, thyroide, systèmehématologique
			ANSES	2,00E-02	2025	Moyen faible	LOAEL HED 5,6 mg/kg/j	250	Das et al, 2008	Souris	Développement (retard d'ouverture des yexu)
			TCEQ	1,00E-03	2023	Moyen	NOAEL 5,56 mg/kg/j	1000	Butenhoff et al, 2012	Rat	Foie
			US EPA	1,00E-03	2022	Moyen	NOAEL 5,56 mg/kg/j	1000	Butenhoff et al, 2012	Rat	Foie
	Perfluornonanoic acid (PFNA)	375-95-1	EFSA	6,30E-07	2020	Valeur de 0,0044 µg/kg/semaine pour la somme des PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS					
			TCEQ	1,20E-05	2023		LOAEL 1 mg/kg/j	1000		Rat	
	PFDA (acide perfluorodecanoique)	335-76-2	US EPA	4,00E-10	2023	Moyen	BMDL 0,407 ng/mL	30	randjean et al, 2012; Budtz Jorgensen etGrandjean, 201	Homme	Système immunitaire
			TCEQ	1,50E-05	2023		NOAEL 1,2 mg/kg/j	1000		Rat	Réduction du poids corporel
	PFBS (acide perfluorobutane sulfonique)	59933-66-3	ANSES	8,00E-02	2017	Moyen	BMDL10 = 24 mg/kg/j	75	Lieder et al, 2009	Rat	Rein
			OEHHA	6,00E-04	2021	ND	BMDL (HED) 0,06 mg/kg/j	100	Feng et al, 2017	Souris	Sang
			TCEQ	1,40E-03	2023		NOAEL 60 mg/kg/j	300	Leider et al, 2009; York 2003	Rat	Rein, système sanguin
			US EPA	3,00E-04	2021	Faible	MDL (HED) = 0,095 mg/kg	300	Feng et al, 2017	Souris	Sang
	PFPeS (acide perfluoropentane sulfonique)	630402-22-1	-	-							
	PFHpS (acide perfluoroheptane sulfonique)	375-92-8	-	-							
	PFDoDA / PFDoA	307-55-1	TCEQ	1,20E-05	2023						
	PFOSA	754-91-6	TCEQ	1,20E-05	2023	asée sur valeur du PFOA					
	DONA / ADONA	919005-14-4 (958445-44-8)	-	-							

Tableau récapitulatif des concentrations de référence par inhalation (effets cancérigènes)

Famille de composés	Composé	Numéro CAS	Classification CIRC	Classification USEPA	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
HAP	Acénaphtène	83-32-9	-	-	-	-	-	-	-
	Acénaphtylène	208-96-8	-	D	-	-	-	-	-
	Anthracène	120-12-7	3	D	-	-	-	-	-
	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)pérylène	191-24-2	3	D	-	-	-	-	-
	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
	Phénanthrène	85-01-8	3	D	-	-	-	-	-
	Pyrène	129-00-0	3	D	-	-	-	-	-
CAV (dont BTEX)	Ethylbenzène	100-41-4	2B	D	0,011	2007		OEHHA	
	Xylènes	1330-20-7	3	D	-	-	-	-	-
ETM	Cadmium	7440-43-9	1	B1	-	-	-	-	-
PFAS	Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	355-46-4			-				
	PFOS	1763-23-1			15,6	2023	Butenhoff et al, 2012	OEHHA	Foie et pancréas
					39,5	2023	Butenhoff et al, 2012; Thomford, 2002	US EPA	Foie
	Perfluorpentanoic acid (PFPeA)	2706-90-3			-				
	Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	307-24-4			-				
	Perfluorheptanoic acid (PFHpA)	375-85-9			-				
	PFOA	335-67-1	2B		2,93E+04	2023	Shearer et al, 2021	US EPA	Rein
					2,60E+03	2023	Multiples	OEHHA	Rein
	Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	27619-97-2			-				
	Perfluorbutanoic acid (PFBA)	375-22-4			-				
	Perfluornonanoic acid (PFNA)	375-95-1			-				
	PFDA (acide perfluorodecanoique)	335-76-2			-				
	PFBS (acide perfluorobutane sulfonique)	59933-66-3			-				
	PFPeS (acide perfluoropentane sulfonique)	630402-22-1			-				
	PFHpS (acide perfluoroheptane sulfonique)	375-92-8			-				
	PFDS	335-77-3			-				
	PFNS	68259-12-1			-				
	PFDoDA / PFDoA	307-55-1			-				
	PFOSA	754-91-6			-				
	DONA / ADONA	919005-14-4 (958445-44-8)			-				

Tableau récapitulatif des concentrations de référence par inhalation (effets cancérigènes)

Famille de composés	Composé	Numéro CAS	Base de donnée source	Concentration de référence par inhalation (CRinh) mg/m3	Année	Confiance	NOAEL	Facteur d'Incertitude	Etude pivot	Etude réalisée sur	Effets ou organe cible
HAP	Acénaphtène	83-32-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Acénaphtylène	208-96-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anthracène	120-12-7	-	-	-	-	-	-	-		-
	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)pérylène	191-24-2	-	-	-	-	-	-	-		
	Fluoranthène	206-44-0	-	-	-	-	-	-	-		
	Fluorène	86-73-7	-	-	-	-	-	-	-		s
	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
			US EPA	3,00E-03	1998	Faible	LOAEL(HEC) 9,3	3000	NTP, 1992	Souris	Trouble épithélium nasal
			OEHHA	9,00E-03	2012					animal	Système respiratoire
			ANSES	3,70E-02	2013	moyen	LOAEC 52 mg/m3	250	NTP - 2000	Rats F344	système respiratoire
	Phénanthrène	85-01-8	-	-	-	-	-	-	-		
	Pyrène	129-00-0	-	-	-	-	-	-	-		
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	9,80E-03	2007		BMCLadj 0.098	10	Lan et al., 2004	Homme	Diminution du nombres des lymphocytes
			ANSES	9,70E-03	2024						
			OEHHA	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	Zavalic et al., 1998	Homme	Effets neurologiques
			ATSDR	3,84E+00	2017						neurologique
			OMS	2,60E-01	2000		LOAEL 88 ppm	300		homme	
			OEHHA	3,00E-01	1999						système nerveux, système respiratoire, développement
	Ethylbenzène	100-41-4	US EPA	1,00E+00	1991	Faible	NOAEL (HEC) 434	300	Andrew , 1981	Rat / inh.	Developpement
			ANSES	1,50E+00	2016	Moyen/fort		75	Gagnaire et al., 2007	Rat	Effets ototoxiques
			RIVM	7,70E-01	2000		NOAEL (Adj) 77	100	NTP, 1991	Rat	Foie et rein
			OEHHA	2,00E+00							Foie,r ein, système endocrinien
			ATSDR	2,60E-01	2010		LOAEL 326	300	NTP 1999	rat	reins
	Xylènes	1330-20-7	US EPA	1,00E-01	2003	Moyen	NOAEL(HEC) 39	300	Korsak et al, 1994	Rat	Coordination moteur
			ATSDR	2,20E-01	2007		LOAEL 60,76	100	Uchida, 1993	Homme	Symptômes multiples
			Health Canada	1,80E-01	1991		LOEL 250	1000	Ungvary, 1985	Rat	Effets sur le fœtus
			RIVM	8,70E-01	1999		LOAEL 870	1000	Hass et Jakobsen, 1993	Rat	Troubles du développement
			OEHHA	7,00E-01	1999		LOAEL 47.5	30	Uchida, 1993	Rat	Système nerveux et respiratoire
PFAS	Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	355-46-4	TCEQ	1,30E-05	2023				Dérivation voie orale		Système hématologique , thyroide
	PFOS	1763-23-1	TCEQ	8,10E-05	2023				Dérivation voie orale		SN, thyroide, développement fœtal
	Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	307-24-4	ANSES - VTi **	1,10E-02	2025	Moyen - faible	NOAEX HEC 8,6 mg/m3	790	Loveless et al, 2009	Rat	Respiraoire, hépatique et poids corporel
	PFOA	335-67-1	TCEQ	4,10E-06	2023			3000	Dérivation voie orale		Foie
	Fluortelomersulfo. (6:2 FTS, 6:2 FTSA)	27619-97-2	ANSES - VTi **	6,00E-04	2025	Moyen - faible	BMCL25 HEC 0,46 mg/m3	790	Bohannon et al, 2023	Souris	Système immunitaire
			Michigan	1,00E-03	2020	Faible	NOAEL 5 mg/kg/j	3000	Dérivation voie orale	Rat	Réduction du poids du cœur
	Perfluorbutanoic acid (PFBA)	375-22-4	ANSES - VTi **	1,24E-02	2025	Moyen faible	LOAEC HEC 9,8 mg/m3	790	Daas et al, 2008	Souris	Développement (retard d'ouverture des yeux)
			TCEQ	3,50E-03	2023				Dérivation voie orale		Foie
	Perfluornonanoic acid (PFNA)	375-95-1	TCEQ	2,80E-05	2023		NOAEL 81 mg/m3	30000			Système respiratoire
	PFDA (acide perfluorodecanoique)	335-76-2	TCEQ	5,30E-05	2023				Dérivation voie orale		Foie
	PFBS (acide perfluorobutane sulfonique)	59933-66-3	TCEQ	4,90E-03	2023				Dérivation voie orale		
	PFDoDA / PFDoA	307-55-1	TCEQ	4,20E-05	2023						
	PFOSA	754-91-6	TCEQ	4,10E-06	2023						

Tableau récapitulatif des concentrations de référence par inhalation (effets cancérigènes)

Famille de composés	Composé	Numéro CAS	Classification CIRC	Classification USEPA	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
HAP	Acénaphtène	83-32-9	-	-	-	-	-	-	-
	Acénaphtylène	208-96-8	-	D	-	-	-	-	-
	Anthracène	120-12-7	3	D	-	-	-	-	-
	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)pérylène	191-24-2	3	D	-	-	-	-	-
	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	génotoxicité
					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	
					1,60E-06	2024		ANSES	Leucémies aïgues
	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	-	-	-	-	-
PFAS	Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	355-46-4			-				
	PFOS	1763-23-1			-				
	Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	307-24-4			-				
	PFOA	335-67-1			-				
	Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	27619-97-2			-				
	Perfluorbutanoic acid (PFBA)	375-22-4			-				
	Perfluornonanoic acid (PFNA)	375-95-1			-				
	PFDA (acide perfluorodecanoique)	335-76-2			-				
	PFBS (acide perfluorobutane sulfonique)	59933-66-3			-				
	PFDoDA / PFDoA	307-55-1			-				
	PFOSA	754-91-6			-				

Tableau récapitulatif des concentrations de référence par inhalation (effets cancérigènes)

	Effets non cancérigènes		Effets cancérigènes		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 >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 >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 16 : 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	Acénapthène	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 OEHHA 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
	Acénaphtylène	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 OEHHA 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
	Anthracène	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
		ERU inh	/	Dérivée à partir de la VTR OEHHA 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(a)pyrène	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)
		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	OEHHA	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
	Benzo(b)fluoranthène	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 OEHHA 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(g,h,i)pérylène	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 OEHHA 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
	Fluoranthène	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 OEHHA 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
	Fluorène	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
		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 OEHHA 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
	Indéno(123,cd)pyrène	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 OEHHA 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	OEHHA	Chois 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
	Phénantrène	DR ing	RIVM	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 OEHHA 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 OEHHA 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

Famille de composés	Nom du composé	VTR	Organisme	Justification
CAV (dont BTEX)	Benzène	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)
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014
	Toluène	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
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014
	Ethylbenzène	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	OEHHA	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014
		ERU inh	OEHHA	Seule 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
	Xylènes	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
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note DGS du 31 octobre 2014
ETM	Cadmium	DR ing	ANSES	Base de données prioritaire pour le choix des VTR selon note DGS du 31 octobre 2014
		CR inh	ANSES	Base de données prioritaire pour le choix des VTR selon note DGS du 31 octobre 2014
		Crinh-effet K.	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 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	/	L'ANSES reconnaît des effets cancérigènes à seuil de dose, donc VTR non considérée
PFAS	Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	DR ing	ANSES	Recommandations de la note du 31 octobre 2014 : choix VTR construite par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par d'autres bases de données
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	PFOS	DR ing	ANSES	Recommandations de la note du 31 octobre 2014 : choix VTR constuite par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par d'autres bases de données
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		ERU ing	USEPA	Organisme le plus reconnu suivant recommandations de la note du 31 octobre 2014
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	Perfluorpentanoic acid (PFPeA)	DR ing	ANSES	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	DR ing	ANSES	Valeur retenue conformément à la note DGS du 31 octobre 2014 (expertise nationale privilégiée)
		CR inh	ANSES	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	Perfluorheptanoic acid (PFHpA)	DR ing	ANSES	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	PFOA	DR ing	ANSES	Recommandations de la note du 31 octobre 2014 : choix VTR constuite par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par d'autres bases de données
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		ERU ing	USEPA	Organisme le plus reconnu suivant recommandations de la note du 31 octobre 2014
		ERU inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	DR ing	ANSES	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		CR inh	ANSES	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	Perfluorbutanoic acid (PFBA)	DR ing	ANSES	Recommandations de la note du 31 octobre 2014 : choix VTR constuite par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par d'autres bases de données
		CR inh	ANSES	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	Perfluornonanoic acid (PFNA)	DR ing	EFSA	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014 - Valeur pour la somme des PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	Acide perfluorodecanoique (PFDA)	DR ing	US EPA	Seule valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014

Famille de composés	Nom du composé	VTR	Organisme	Justification
	Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	DR ing	ANSES	Recommandations de la note du 31 octobre 2014 : choix VTR constuite par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par d'autres bases de données
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)	DR ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)	DR ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	PFDoDA / PFDoA	DR ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	PFOSA	DR ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
	DONA / ADONA	DR ing	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		CR inh	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		DR cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014
		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 du 31 octobre 2014
		ERU cc	/	Aucune valeur trouvée dans les bases de données recommandées par la note du 31 octobre 2014

Annexe 17 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - Bureau dans hangar

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque
Composé	Concentration	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	220	43	20,0	25550			
HAP										3,39E-06
Acenaphthene	2,36E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,92E-07	1,10E-03	3,21E-10
Acenaphthylene	6,03E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	7,45E-07	1,10E-03	8,19E-10
Anthracene	7,35E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,08E-10	1,10E-02	9,98E-12
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene	1,24E-12	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,53E-13	1,10E+00	1,69E-13
Benzo(b)fluoranthene	1,46E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,80E-11	1,10E-01	1,98E-12
Benzo(g,h,I)perylene	3,69E-12	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,55E-13	1,10E-02	5,00E-15
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene	1,89E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,33E-10	1,10E-03	2,56E-13
Fluorene	7,11E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	8,78E-08	1,10E-03	9,66E-11
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	2,80E-14	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,46E-15	1,10E-01	3,80E-16
Naphthalene	4,91E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,06E-04	5,60E-03	3,39E-06
Phenanthrene	4,78E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,90E-08	1,10E-03	6,49E-11
Pyrene	2,84E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,51E-10	1,10E-03	3,86E-13
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatic C6-8	9,68E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,19E+00	-	
TPH Aliphatic C8-10	4,04E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,99E-01	-	
TPH Aliphatic C10-12	1,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,24E-01	-	
TPH Aliphatic C12-16	7,46E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,20E-03	-	
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C8-10	3,64E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,49E-01	-	
TPH Aromatic C10-12	9,78E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,21E-01	-	
TPH Aromatic C12-16	7,59E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,36E-03	-	
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
BTEX										2,91E-05
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,60E-03	0,00E+00
Toluene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Ethylbenzene	9,42E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,16E-02	2,50E-03	2,91E-05
Xylenes (total)	1,28E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,58E-02	-	
Dioxines et furanes										2,53E-09
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	5,39E-13	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,65E-14	3,80E+04	2,53E-09

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	3,39E-06
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	2,91E-05
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	2,53E-09
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**3,25E-05**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - Bureau dans hangar

	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
Composé	Concentration	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	220	43	20,0	15695	-		
HAP										2,66E-02
Acenaphthene	2,36E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,75E-07	-	
Acenaphthylene	6,03E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,21E-06	-	
Anthracene	7,35E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,48E-09	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene	1,24E-12	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,50E-13	2,00E-06	1,25E-07
Benzo(b)fluoranthene	1,46E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,93E-11	-	
Benzo(g,h,I)perylene	3,69E-12	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,41E-13	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene	1,89E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,79E-10	-	
Fluorene	7,11E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,43E-07	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	2,80E-14	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,63E-15	-	
Naphthalene	4,91E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	9,86E-04	3,70E-02	2,66E-02
Phenanthrene	4,78E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	9,60E-08	-	
Pyrene	2,84E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,71E-10	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										1,13E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
TPH Aliphatic C6-8	9,68E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,94E+00	1,84E+01	1,06E-01
TPH Aliphatic C8-10	4,04E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	8,12E-01	1,00E+00	8,12E-01
TPH Aliphatic C10-12	1,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,02E-01	1,00E+00	2,02E-01
TPH Aliphatic C12-16	7,46E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,50E-02	1,00E+00	1,50E-02
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										4,71E+00
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
TPH Aromatic C8-10	3,64E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,31E-01	2,00E-01	3,65E+00
TPH Aromatic C10-12	9,78E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,97E-01	2,00E-01	9,83E-01
TPH Aromatic C12-16	7,59E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,52E-02	2,00E-01	7,62E-02
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
BTEX										2,70E-01
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	9,70E-03	0,00E+00
Toluene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
Ethylbenzene	9,42E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,89E-02	1,50E+00	1,26E-02
Xylenes (total)	1,28E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,57E-02	1,00E-01	2,57E-01
Dioxines et furanes										2,71E-06
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	5,39E-13	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,08E-13	4,00E-08	2,71E-06

Tableau de synthèse des QD par famille

Composés	Somme QD
HAP	2,66E-02
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1,13E+00
Hydrocarbures Aromatiques	4,71E+00
BTEX	2,70E-01
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	2,71E-06
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
PFAS	0,00E+00
Somme Aliphatiques	**1,43E+00**
Somme Aromatiques	**5,01E+00**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage de la nappe dans les bâtiments - Bureau dans hangar

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque individuel
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	220	43	20,0	25550			
HAP										1,42E-08
Acenaphthene	2,69E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,33E-09	1,10E-03	3,66E-12
Acenaphthylene	1,52E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,88E-09	1,10E-03	2,06E-12
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(g,h,i)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Fluorene	1,49E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,84E-09	1,10E-03	2,03E-12
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Naphthalene	2,05E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,53E-06	5,60E-03	1,42E-08
Phenanthrene	1,07E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,32E-09	1,10E-03	1,45E-12
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatic C6-8	3,82E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,72E-02	-	
TPH Aliphatic C8-10	2,86E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,53E-01	-	
TPH Aliphatic C10-12	7,35E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,07E-03	-	
TPH Aliphatic C12-16	3,33E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,11E-03	-	
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C8-10	1,57E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,93E-03	-	
TPH Aromatic C10-12	8,75E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,08E-05	-	
TPH Aromatic C12-16	3,24E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,99E-06	-	
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
BTEX										2,62E-07
Benzene	9,22E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,14E-05	1,60E-03	1,82E-08
Toluene	1,46E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,80E-05	-	
Ethylbenzene	7,89E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,74E-05	2,50E-03	2,43E-07
Xylenes (total)	2,63E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,24E-04	-	

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	1,42E-08
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	2,62E-07
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**2,76E-07**

Scénario **Industriel**

Cible **Travailleur**

Exposition **Inhalation de vapeurs issues du dégazage de la nappe dans les bâtiments - Bureau dans hangar**

Composé	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	220	43	20,0	15695	-		
HAP										1,11E-04
Acenaphthene	2,69E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,41E-09	-	
Acenaphthylene	1,52E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,05E-09	-	
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	2,00E-06	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(g,h,I)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluorene	1,49E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,00E-09	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Naphthalene	2,05E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,12E-06	3,70E-02	1,11E-04
Phenanthrene	1,07E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,15E-09	-	
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										6,01E-01
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
TPH Aliphatic C6-8	3,82E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,68E-02	1,84E+01	4,18E-03
TPH Aliphatic C8-10	2,86E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,75E-01	1,00E+00	5,75E-01
TPH Aliphatic C10-12	7,35E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,48E-02	1,00E+00	1,48E-02
TPH Aliphatic C12-16	3,33E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	6,69E-03	1,00E+00	6,69E-03
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										1,59E-02
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
TPH Aromatic C8-10	1,57E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,15E-03	2,00E-01	1,57E-02
TPH Aromatic C10-12	8,75E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,76E-05	2,00E-01	8,79E-05
TPH Aromatic C12-16	3,24E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	6,50E-06	2,00E-01	3,25E-05
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
BTEX										7,30E-03
Benzene	9,22E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,85E-05	9,70E-03	1,91E-03
Toluene	1,46E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,93E-05	1,90E+01	1,54E-06
Ethylbenzene	7,89E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,58E-04	1,50E+00	1,06E-04
Xylenes (total)	2,63E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,28E-04	1,00E-01	5,28E-03

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	1,11E-04
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	6,01E-01
Hydrocarbures Aromatiques	1,59E-02
BTEX	7,30E-03
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme Aliphatiques	**6,08E-01**
Somme Aromatiques	**2,33E-02**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments -Bureau dans hangar

Composé	Conc.	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil							VTR	Excès de risque individuel
		IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	220	43	20,0	25550			
HAP										0,00E+00
Acenaphthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Acenaphthylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(g,h,l)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Fluorene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Naphthalene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	5,60E-03	0,00E+00
Phenanthrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFAS										0,00E+00
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
PFOS	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,12E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,62E-08	-	
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFOA	3,76E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,64E-10	-	
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	3,92E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,84E-07	-	
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	5,72E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	7,05E-09	-	
Perfluornonanoic acid (PFNA)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
Perfluordecanoic acid (PFDA)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFNS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFUnDA / PFUna		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFUndS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFDoDA / PFDoA	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
PFDodS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFTrS / PFTrDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFOSA	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
DONA / ADONA		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	0,00E+00
Eléments Traces Métallique	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	0,00E+00
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**0,00E+00**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments - Bureau dans hangar

Composé	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	220	43	20,0	15695	-		
HAP										0,00E+00
Acenaphthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Acenaphthylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	2,00E-06	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(g,h,I)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluorene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Naphthalene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,70E-02	0,00E+00
Phenanthrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
PFAS										1,57E-03
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	1,30E-05	1,30E-05
PFOS	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	8,10E-05	2,08E-06
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,12E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,27E-08	1,10E-02	3,88E-06
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFOA	3,76E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,55E-10	4,10E-06	1,84E-04
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	3,92E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,88E-07	6,00E-04	1,31E-03
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	5,72E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,15E-08	1,24E-02	9,26E-07
Perfluornonanoic acid (PFNA)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	2,80E-05	6,03E-06
Perfluordecanoic acid (PFDA)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	5,30E-05	3,18E-06
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	4,90E-03	3,44E-08
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFNS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFUnDA / PFUna		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFUndS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFDoDA / PFDoA	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	4,20E-05	4,02E-06
PFDodS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFTrS / PFTrDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFOSA	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	4,10E-06	4,12E-05
DONA / ADONA		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	0,00E+00
Hydrocarbures Aromatiques	0,00E+00
BTEX	0,00E+00
COHV	0,00E+00
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
PFAS	1,57E-03
Somme Aliphatiques	**1,57E-03**
Somme Aromatiques	**1,57E-03**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Ingestion de sols et poussières - bureau dans hangar

Composé	Calcul de la DJE								VTR	Excès de risque individuel
	Conc. retenue	CF	IR	EF	ED	BW	AT	DJE		ERI
	mg/kg	kg/mg	mg/j	j/an	ans	kg	jours	mg/kg/j	(mg/kg/j)-1	-
Paramètres	-	1,00E-06	33,3	220	43	70	25550	-		
HAP										4,79E-08
Acénaphtène	1,80E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,17E-08	1,00E-03	3,17E-11
Acénaphtylène	1,40E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,47E-08	1,00E-03	2,47E-11
Anthracène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,59E-08	1,00E-02	1,59E-10
Benzo(a)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-01	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,82E-09	1,00E-01	8,82E-10
Benzo(g,h,i)perylène	1,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,29E-08	1,00E-02	2,29E-10
Benzo(k)fluoranthène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,82E-09	1,00E+00	8,82E-09
Chrysène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
Dibenzo(a,h)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00
Fluoranthène	6,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,06E-08	1,00E-03	1,06E-11
Fluorène	1,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,35E-08	1,00E-03	3,35E-11
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,82E-09	1,00E-01	8,82E-10
Naphtalène	1,74E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,07E-07	1,20E-01	3,68E-08
Phénantrène	2,70E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,76E-08	1,00E-03	4,76E-11
Pyrène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,59E-08	1,00E-03	1,59E-11
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Arsenic		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,50E+00	0,00E+00
Cadmium	4,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,64E-08	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatiques C5-C6		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatiques C6-C8	6,83E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,20E-06	-	
TPH Aliphatiques C8-C10	9,49E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,67E-05	-	
TPH Aliphatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,89E-05	-	
TPH Aliphatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,09E-05	-	
TPH Aliphatiques C16-C35	7,69E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,36E-05	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatiques C5-C7		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatiques C7-C8		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatiques C8-C10	3,38E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,95E-06	-	
TPH Aromatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,89E-05	-	
TPH Aromatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,09E-05	-	
TPH Aromatiques C16-C21	3,84E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	6,76E-06	-	
TPH Aromatiques C21-C35	3,85E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	6,78E-06	-	
BTEX										6,40E-10
Benzène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	5,50E-02	0,00E+00
Toluène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Ethylbenzène	3,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,82E-08	1,10E-02	6,40E-10
Xylènes	9,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,64E-07	-	
Dioxines et furanes										6,88E-08
Dioxine (2,3,7,8 TCDD)	3,00E-06	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,29E-13	1,30E+05	6,88E-08

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	4,79E-08
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	6,40E-10
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	6,88E-08
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
PFAS	7,35E-06
Somme	**7,47E-06**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Ingestion de sols et poussières - bureau dans hangar

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	mg/kg/j	-
Paramètres	-	1,00E-06	33,3	220	43	70	15695	-		
HAP										7,96E-05
Acénaphtène	1,80E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	5,17E-08	6,00E-02	8,61E-07
Acénaphtylène	1,40E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,02E-08	-	
Anthracène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,58E-08	3,00E-01	8,61E-08
Benzo(a)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(b)fluoranthène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,44E-08	-	
Benzo(g,h,i)perylène	1,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	3,73E-08	3,00E-02	1,24E-06
Benzo(k)fluoranthène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,44E-08	3,00E-04	4,78E-05
Chrysène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenzo(a,h)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthène	6,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,72E-08	4,00E-02	4,31E-07
Fluorène	1,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	5,45E-08	4,00E-02	1,36E-06
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,44E-08	-	
Naphtalène	1,74E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,99E-07	2,00E-02	2,50E-05
Phénantrène	2,70E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,75E-08	4,00E-02	1,94E-06
Pyrène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,58E-08	3,00E-02	8,61E-07
Eléments Traces Métalliques										4,02E-04
Arsenic		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-04	0,00E+00
Cadmium	4,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,41E-07	3,50E-04	4,02E-04
Hydrocarbures aliphatiques										1,91E-03
TPH Aliphatiques C5-C6		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E+00	0,00E+00
TPH Aliphatiques C6-C8	6,83E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,96E-06	5,00E+00	3,92E-07
TPH Aliphatiques C8-C10	9,49E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,72E-05	1,00E-01	2,72E-04
TPH Aliphatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,95E-05	1,00E-01	7,95E-04
TPH Aliphatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,29E-05	1,00E-01	8,29E-04
TPH Aliphatiques C16-C35	7,69E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,21E-05	2,00E+00	1,10E-05
Hydrocarbures aromatiques										5,04E-03
TPH Aromatiques C5-C7		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E-04	0,00E+00
TPH Aromatiques C7-C8		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	8,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatiques C8-C10	3,38E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	9,69E-06	4,00E-02	2,42E-04
TPH Aromatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,95E-05	4,00E-02	1,99E-03
TPH Aromatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,29E-05	4,00E-02	2,07E-03
TPH Aromatiques C16-C21	3,84E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,10E-05	3,00E-02	3,67E-04
TPH Aromatiques C21-C35	3,85E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,10E-05	3,00E-02	3,68E-04
BTEX										2,31E-06
Benzène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E-04	0,00E+00
Toluène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	8,00E-02	0,00E+00
Ethylbenzène	3,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	9,47E-08	9,71E-02	9,75E-07
Xylènes	9,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,67E-07	2,00E-01	1,33E-06
Dioxines et furanes										1,23E-03
Dioxine (2,3,7,8 TCDD)	3,00E-06	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,61E-13	7,00E-10	1,23E-03

Tableau de synthèse des QD par famille

Composés	Somme QD
HAP	7,96E-05
Eléments Traces Métalliques	4,02E-04
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1,91E-03
Hydrocarbures Aromatiques	5,04E-03
BTEX	2,31E-06
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	1,23E-03
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
PFAS	2,08E-01

Synthèse des risques par voie - Scénario industriel en intérieur (hangar avec bureau)

Quotient de Danger				
Industriel				
Travailleur				
Substances	Ingestion de sols	Inhalation vapeurs sols	Inhalation vapeurs nappe	Inhalation vapeurs gaz du sol
		Intérieur	Intérieur	Intérieur
		Bureau dans hangar	Bureau dans hangar	Bureau dans hangar
HAP	7,96E-05	2,66E-02	1,11E-04	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	4,02E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1,91E-03	1,13E+00	6,01E-01	0,00E+00
Hydrocarbures Aromatiques	5,04E-03	4,71E+00	1,59E-02	0,00E+00
BTEX	2,31E-06	2,70E-01	7,30E-03	0,00E+00
Dioxines et furanes	1,23E-03	2,71E-06	0,00E+00	0,00E+00
PFAS	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,57E-03
Total par voie avec hypothèse HC aliphatiques	0,212	**1,431**	0,608	0,002
Total général avec hypothèse HC aliphatiques	**2,25**			
Total par voie avec hypothèse HC aromatiques	0,215	**5,008**	0,023	0,002
Total général avec hypothèse HC aromatiques	**5,25**			

Excès de Risque Individuel				
Industriel				
Travailleur				
Substances	Ingestion de sols	Inhalation vapeurs sols	Inhalation vapeurs nappe	Inhalation vapeurs gaz du sol
		Intérieur	Intérieur	Intérieur
		Bureau dans hangar	Bureau dans hangar	Bureau dans hangar
HAP	4,79E-08	3,39E-06	1,42E-08	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
BTEX	6,40E-10	2,91E-05	2,62E-07	0,00E+00
Dioxines et furanes	6,88E-08	2,53E-09	0,00E+00	0,00E+00
PFAS	7,35E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Total par voie	7,47E-06	3,25E-05	2,76E-07	0,00E+00
Total général	**4,02E-05**			

Les valeurs supérieures aux valeurs seuils en vigueur sont indiquées en gras

Annexe 18 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en intérieur (hangar)

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - Hangar sans bureau

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque
Composé	Concentration	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	220	43	20,0	25550			
HAP										2,53E-07
Acenaphthene	1,79E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,21E-08	1,10E-03	2,43E-11
Acenaphthylene	4,56E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,63E-08	1,10E-03	6,19E-11
Anthracene	5,66E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,99E-11	1,10E-02	7,69E-13
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene	9,33E-14	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,15E-14	1,10E+00	1,27E-14
Benzo(b)fluoranthene	1,16E-11	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,43E-12	1,10E-01	1,57E-13
Benzo(g,h,I)perylene	2,76E-13	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,41E-14	1,10E-02	3,75E-16
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene	1,46E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,80E-11	1,10E-03	1,98E-14
Fluorene	5,44E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,71E-09	1,10E-03	7,38E-12
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	2,23E-15	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,75E-16	1,10E-01	3,03E-17
Naphthalene	3,66E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,51E-05	5,60E-03	2,53E-07
Phenanthrene	3,58E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,42E-09	1,10E-03	4,86E-12
Pyrene	2,22E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,73E-11	1,10E-03	3,01E-14
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatic C6-8	7,09E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	8,75E-02	-	
TPH Aliphatic C8-10	2,96E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,66E-02	-	
TPH Aliphatic C10-12	7,35E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,07E-03	-	
TPH Aliphatic C12-16	5,46E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,74E-04	-	
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C8-10	2,66E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,29E-02	-	
TPH Aromatic C10-12	7,16E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	8,84E-03	-	
TPH Aromatic C12-16	5,56E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,86E-04	-	
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
BTEX										2,15E-06
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,60E-03	0,00E+00
Toluene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Ethylbenzene	6,96E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	8,58E-04	2,50E-03	2,15E-06
Xylenes (total)	9,41E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,16E-03	-	
Dioxines et furanes										2,14E-10
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	4,57E-14	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,64E-15	3,80E+04	2,14E-10

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	2,53E-07
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	2,15E-06
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	2,14E-10
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**2,40E-06**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols dans les bâtiments - Hangar sans bureau

	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
Composé	Concentration	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	220	43	20,0	15695	-		
HAP										1,98E-03
Acenaphthene	1,79E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,60E-08	-	
Acenaphthylene	4,56E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	9,16E-08	-	
Anthracene	5,66E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,14E-10	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene	9,33E-14	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,87E-14	2,00E-06	9,37E-09
Benzo(b)fluoranthene	1,16E-11	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,33E-12	-	
Benzo(g,h,l)perylene	2,76E-13	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,55E-14	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene	1,46E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,93E-11	-	
Fluorene	5,44E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,09E-08	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	2,23E-15	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,48E-16	-	
Naphthalene	3,66E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,34E-05	3,70E-02	1,98E-03
Phenanthrene	3,58E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,19E-09	-	
Pyrene	2,22E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,45E-11	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										8,31E-02
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
TPH Aliphatic C6-8	7,09E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,42E-01	1,84E+01	7,75E-03
TPH Aliphatic C8-10	2,96E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,95E-02	1,00E+00	5,95E-02
TPH Aliphatic C10-12	7,35E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,48E-02	1,00E+00	1,48E-02
TPH Aliphatic C12-16	5,46E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,10E-03	1,00E+00	1,10E-03
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										3,45E-01
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
TPH Aromatic C8-10	2,66E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,35E-02	2,00E-01	2,68E-01
TPH Aromatic C10-12	7,16E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,44E-02	2,00E-01	7,20E-02
TPH Aromatic C12-16	5,56E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,12E-03	2,00E-01	5,58E-03
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
BTEX										1,98E-02
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	9,70E-03	0,00E+00
Toluene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
Ethylbenzene	6,96E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,40E-03	1,50E+00	9,32E-04
Xylenes (total)	9,41E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,89E-03	1,00E-01	1,89E-02

Tableau de synthèse des QD par famille

Composés	Somme QD
HAP	1,98E-03
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	8,31E-02
Hydrocarbures Aromatiques	3,45E-01
BTEX	1,98E-02
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	2,29E-07
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
PFAS	0,00E+00
Somme Aliphatiques	**1,05E-01**
Somme Aromatiques	**3,67E-01**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage de la nappe dans les bâtiments - Hangar sans bureau

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque individuel
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	220	43	20,0	25550			
HAP										7,10E-09
Acenaphthene	1,35E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,66E-09	1,10E-03	1,83E-12
Acenaphthylene	7,60E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,38E-10	1,10E-03	1,03E-12
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(g,h,i)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Fluorene	7,47E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,21E-10	1,10E-03	1,01E-12
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Naphthalene	1,03E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,27E-06	5,60E-03	7,09E-09
Phenanthrene	5,34E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,59E-10	1,10E-03	7,25E-13
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatic C6-8	1,91E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,36E-02	-	
TPH Aliphatic C8-10	1,43E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,77E-01	-	
TPH Aliphatic C10-12	3,67E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,53E-03	-	
TPH Aliphatic C12-16	1,67E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,06E-03	-	
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C8-10	7,83E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,67E-04	-	
TPH Aromatic C10-12	4,38E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,40E-06	-	
TPH Aromatic C12-16	1,62E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,00E-06	-	
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
BTEX										1,31E-07
Benzene	4,61E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,69E-06	1,60E-03	9,10E-09
Toluene	7,30E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,01E-06	-	
Ethylbenzene	3,94E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,87E-05	2,50E-03	1,22E-07
Xylenes (total)	1,31E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,62E-04	-	

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	7,10E-09
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	1,31E-07
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**1,38E-07**

Scénario **Industriel**

Cible **Travailleur**

Exposition **Inhalation de vapeurs issues du dégazage de la nappe dans les bâtiments - Hangar sans bureau**

Composé	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	220	43	20,0	15695	-		
HAP										5,57E-05
Acenaphthene	1,35E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,71E-09	-	
Acenaphthylene	7,60E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,53E-09	-	
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	2,00E-06	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(g,h,I)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluorene	7,47E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,50E-09	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Naphthalene	1,03E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,06E-06	3,70E-02	5,57E-05
Phenanthrene	5,34E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,07E-09	-	
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										3,00E-01
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
TPH Aliphatic C6-8	1,91E-01	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,84E-02	1,84E+01	2,09E-03
TPH Aliphatic C8-10	1,43E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,88E-01	1,00E+00	2,88E-01
TPH Aliphatic C10-12	3,67E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,38E-03	1,00E+00	7,38E-03
TPH Aliphatic C12-16	1,67E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,35E-03	1,00E+00	3,35E-03
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										7,93E-03
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
TPH Aromatic C8-10	7,83E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,57E-03	2,00E-01	7,87E-03
TPH Aromatic C10-12	4,38E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	8,79E-06	2,00E-01	4,40E-05
TPH Aromatic C12-16	1,62E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,25E-06	2,00E-01	1,63E-05
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
BTEX										3,65E-03
Benzene	4,61E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	9,26E-06	9,70E-03	9,54E-04
Toluene	7,30E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,47E-05	1,90E+01	7,72E-07
Ethylbenzene	3,94E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,92E-05	1,50E+00	5,28E-05
Xylenes (total)	1,31E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,64E-04	1,00E-01	2,64E-03

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	5,57E-05
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	3,00E-01
Hydrocarbures Aromatiques	7,93E-03
BTEX	3,65E-03
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme Aliphatiques	**3,04E-01**
Somme Aromatiques	**1,16E-02**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments - Hangar sans bureau

Composé	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque individuel
	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	220	43	20,0	25550			
HAP										0,00E+00
Acenaphthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Acenaphthylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(g,h,I)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Fluorene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Naphthalene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	5,60E-03	0,00E+00
Phenanthrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFAS										0,00E+00
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
PFOS	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,12E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,62E-08	-	
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFOA	3,76E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,64E-10	-	
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	3,92E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,84E-07	-	
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	5,72E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	7,05E-09	-	
Perfluornonanoic acid (PFNA)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
Perfluordecanoic acid (PFDA)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFNS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFUnDA / PFUna		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFUndS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFDoDA / PFDoA	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
PFDodS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFTrS / PFTrDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFOSA	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,04E-10	-	
DONA / ADONA		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	

Tableau de synthèse des ERI par famille

Composés	Somme ERI
HAP	0,00E+00
Eléments Traces Métallique	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	0,00E+00
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**0,00E+00**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol dans les bâtiments - Hangar sans bureau

Composé	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	220	43	20,0	15695	-		
HAP										0,00E+00
Acenaphthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Acenaphthylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	2,00E-06	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(g,h,I)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluorene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Naphthalene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,70E-02	0,00E+00
Phenanthrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
PFAS										1,57E-03
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	1,30E-05	1,30E-05
PFOS	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	8,10E-05	2,08E-06
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,12E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,27E-08	1,10E-02	3,88E-06
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFOA	3,76E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,55E-10	4,10E-06	1,84E-04
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	3,92E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,88E-07	6,00E-04	1,31E-03
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	5,72E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,15E-08	1,24E-02	9,26E-07
Perfluornonanoic acid (PFNA)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	2,80E-05	6,03E-06
Perfluordecanoic acid (PFDA)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	5,30E-05	3,18E-06
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	4,90E-03	3,44E-08
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFNS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFUnDA / PFUna		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFUndS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFDoDA / PFDoA	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	4,20E-05	4,02E-06
PFDodS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFTrS / PFTrDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFOSA	8,40E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,69E-10	4,10E-06	4,12E-05
DONA / ADONA		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	0,00E+00
Hydrocarbures Aromatiques	0,00E+00
BTEX	0,00E+00
COHV	0,00E+00
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
PFAS	1,57E-03
Somme Aliphatiques	**1,57E-03**
Somme Aromatiques	**1,57E-03**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Ingestion de sols et poussières - Hangar sans bureau

Composé	Calcul de la DJE								VTR	Excès de risque individuel
	Conc. retenue	CF	IR	EF	ED	BW	AT	DJE		ERI
	mg/kg	kg/mg	mg/j	j/an	ans	kg	jours	mg/kg/j	(mg/kg/j)-1	-
Paramètres	-	1,00E-06	33,3	220	43	70	25550	-		
HAP										4,79E-08
Acénaphtène	1,80E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,17E-08	1,00E-03	3,17E-11
Acénaphtylène	1,40E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,47E-08	1,00E-03	2,47E-11
Anthracène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,59E-08	1,00E-02	1,59E-10
Benzo(a)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-01	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,82E-09	1,00E-01	8,82E-10
Benzo(g,h,i)perylène	1,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,29E-08	1,00E-02	2,29E-10
Benzo(k)fluoranthène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,82E-09	1,00E+00	8,82E-09
Chrysène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
Dibenzo(a,h)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00
Fluoranthène	6,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,06E-08	1,00E-03	1,06E-11
Fluorène	1,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,35E-08	1,00E-03	3,35E-11
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,82E-09	1,00E-01	8,82E-10
Naphtalène	1,74E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,07E-07	1,20E-01	3,68E-08
Phénantrène	2,70E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,76E-08	1,00E-03	4,76E-11
Pyrène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,59E-08	1,00E-03	1,59E-11
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Arsenic		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,50E+00	0,00E+00
Cadmium	4,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,64E-08	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatiques C5-C6		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatiques C6-C8	6,83E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,20E-06	-	
TPH Aliphatiques C8-C10	9,49E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,67E-05	-	
TPH Aliphatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,89E-05	-	
TPH Aliphatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,09E-05	-	
TPH Aliphatiques C16-C35	7,69E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,36E-05	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatiques C5-C7		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatiques C7-C8		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatiques C8-C10	3,38E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,95E-06	-	
TPH Aromatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,89E-05	-	
TPH Aromatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,09E-05	-	
TPH Aromatiques C16-C21	3,84E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	6,76E-06	-	
TPH Aromatiques C21-C35	3,85E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	6,78E-06	-	
BTEX										6,40E-10
Benzène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	5,50E-02	0,00E+00
Toluène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Ethylbenzène	3,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,82E-08	1,10E-02	6,40E-10
Xylènes	9,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,64E-07	-	
Dioxines et furanes										6,88E-08
Dioxine (2,3,7,8 TCDD)	3,00E-06	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,29E-13	1,30E+05	6,88E-08

Tableau de synthèse des ERI par famille

Composés	Somme ERI
HAP	4,79E-08
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	6,40E-10
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	6,88E-08
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
PFAS	7,35E-06
Somme	**7,47E-06**

Scénario Industriel

Cible Travailleur

Exposition Ingestion de sols et poussières - Hangar sans bureau

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	mg/kg/j	-
Paramètres	-	1,00E-06	33,3	220	43	70	15695	-		
HAP										7,96E-05
Acénaphtène	1,80E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	5,17E-08	6,00E-02	8,61E-07
Acénaphtylène	1,40E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,02E-08	-	
Anthracène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,58E-08	3,00E-01	8,61E-08
Benzo(a)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(b)fluoranthène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,44E-08	-	
Benzo(g,h,i)perylène	1,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	3,73E-08	3,00E-02	1,24E-06
Benzo(k)fluoranthène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,44E-08	3,00E-04	4,78E-05
Chrysène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenzo(a,h)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthène	6,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,72E-08	4,00E-02	4,31E-07
Fluorène	1,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	5,45E-08	4,00E-02	1,36E-06
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,44E-08	-	
Naphtalène	1,74E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,99E-07	2,00E-02	2,50E-05
Phénantrène	2,70E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,75E-08	4,00E-02	1,94E-06
Pyrène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,58E-08	3,00E-02	8,61E-07
Eléments Traces Métalliques										4,02E-04
Arsenic		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-04	0,00E+00
Cadmium	4,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,41E-07	3,50E-04	4,02E-04
Chrome III		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-01	0,00E+00
Chrome VI		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-03	0,00E+00
Hydrocarbures aliphatiques										1,91E-03
TPH Aliphatiques C5-C6		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E+00	0,00E+00
TPH Aliphatiques C6-C8	6,83E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,96E-06	5,00E+00	3,92E-07
TPH Aliphatiques C8-C10	9,49E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,72E-05	1,00E-01	2,72E-04
TPH Aliphatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,95E-05	1,00E-01	7,95E-04
TPH Aliphatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,29E-05	1,00E-01	8,29E-04
TPH Aliphatiques C16-C35	7,69E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,21E-05	2,00E+00	1,10E-05
Hydrocarbures aromatiques										5,04E-03
TPH Aromatiques C5-C7		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E-04	0,00E+00
TPH Aromatiques C7-C8		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	8,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatiques C8-C10	3,38E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	9,69E-06	4,00E-02	2,42E-04
TPH Aromatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,95E-05	4,00E-02	1,99E-03
TPH Aromatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,29E-05	4,00E-02	2,07E-03
TPH Aromatiques C16-C21	3,84E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,10E-05	3,00E-02	3,67E-04
TPH Aromatiques C21-C35	3,85E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,10E-05	3,00E-02	3,68E-04
BTEX										2,31E-06
Benzène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E-04	0,00E+00
Toluène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	8,00E-02	0,00E+00
Ethylbenzène	3,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	9,47E-08	9,71E-02	9,75E-07
Xylènes	9,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,67E-07	2,00E-01	1,33E-06
Dioxines et furanes										1,23E-03
Dioxine (2,3,7,8 TCDD)	3,00E-06	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,61E-13	7,00E-10	1,23E-03

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	7,96E-05
Eléments Traces Métalliques	4,02E-04
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1,91E-03
Hydrocarbures Aromatiques	5,04E-03
BTEX	2,31E-06
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	1,23E-03
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
PFAS	2,08E-01
Somme Aliphatiques	**2,12E-01**
Somme Aromatiques	**2,15E-01**

Synthèse des risques par voie - Scénario industriel en intérieur (hangar sans bureau)

Quotient de Danger				
Industriel				
Travailleur				
Substances	**Ingestion de sols**	**Inhalation vapeurs sols**	**Inhalation vapeurs nappe**	**Inhalation vapeurs gaz du sol**
		Intérieur	**Intérieur**	**Intérieur**
		Hangar sans bureau	**Hangar sans bureau**	**Hangar sans bureau**
HAP	7,96E-05	1,98E-03	5,57E-05	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	4,02E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1,91E-03	8,31E-02	3,00E-01	0,00E+00
Hydrocarbures Aromatiques	5,04E-03	3,45E-01	7,93E-03	0,00E+00
BTEX	2,31E-06	1,98E-02	3,65E-03	0,00E+00
Dioxines et furanes	1,23E-03	2,29E-07	0,00E+00	0,00E+00
PFAS	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,57E-03
Total par voie avec hypothèse HC aliphatiques	0,212	0,105	0,304	0,002
Total général avec hypothèse HC aliphatiques	0,62			
Total par voie avec hypothèse HC aromatiques	0,215	0,367	0,012	0,002
Total général avec hypothèse HC aromatiques	0,60			

Excès de Risque Individuel				
Industriel				
Travailleur				
Substances	**Ingestion de sols**	**Inhalation vapeurs sols**	**Inhalation vapeurs nappe**	**Inhalation vapeurs gaz du sol**
		Intérieur	**Intérieur**	**Intérieur**
		Hangar sans bureau	**Hangar sans bureau**	**Hangar sans bureau**
HAP	4,79E-08	2,53E-07	7,10E-09	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
BTEX	6,40E-10	2,15E-06	1,31E-07	0,00E+00
Dioxines et furanes	6,88E-08	2,14E-10	0,00E+00	0,00E+00
PFAS	7,35E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Total par voie	7,47E-06	2,40E-06	1,38E-07	0,00E+00
Total général	**1,00E-05**			

Les valeurs supérieures aux valeurs seuils en vigueur sont indiquées en gras

Annexe 19 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en extérieur (espaces verts) - travailleurs

Scénario **Industriel** **en extérieur**

Cible **Travailleur**

Exposition **Inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols en extérieur**

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque individuel
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	220	43	20,0	25550			
HAP										1,11E-08
Acenaphthene	1,12E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,39E-08	1,10E-03	1,52E-11
Acenaphthylene	1,69E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,09E-08	1,10E-03	2,30E-11
Anthracene	4,43E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,46E-10	1,10E-02	6,01E-12
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene	2,80E-12	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,46E-13	1,10E+00	3,80E-13
Benzo(b)fluoranthene	6,99E-11	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	8,62E-12	1,10E-01	9,48E-13
Benzo(g,h,I)perylene	1,14E-12	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,41E-13	1,10E-02	1,55E-15
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene	1,95E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,40E-11	1,10E-03	2,64E-14
Fluorene	2,18E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,69E-09	1,10E-03	2,96E-12
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	5,17E-13	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,37E-14	1,10E-01	7,01E-15
Naphthalene	1,60E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,98E-06	5,60E-03	1,11E-08
Phenanthrene	1,51E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,86E-09	1,10E-03	2,05E-12
Pyrene	1,91E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,35E-11	1,10E-03	2,59E-14
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatic C6-8	1,43E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,76E-04	-	
TPH Aliphatic C8-10	1,99E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,45E-03	-	
TPH Aliphatic C10-12	3,69E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,55E-03	-	
TPH Aliphatic C12-16	5,20E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,42E-04	-	
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C8-10	6,34E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	7,82E-04	-	
TPH Aromatic C10-12	2,03E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,50E-03	-	
TPH Aromatic C12-16	3,99E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,92E-04	-	
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
BTEX										2,03E-08
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,60E-03	0,00E+00
Toluene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Ethylbenzene	6,58E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	8,13E-06	2,50E-03	2,03E-08
Xylenes (total)	1,79E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,21E-05	-	
Dioxines et furanes										7,79E-12
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	1,66E-15	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,05E-16	3,80E+04	7,79E-12

Tableau de synthèse des ERI par famille

Composés	Somme ERI
HAP	1,11E-08
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	2,03E-08
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	7,79E-12
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**3,15E-08**

Scénario Industriel **en extérieur**

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols en extérieur

Composé	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	220	43	20,0	15695	-		
HAP										8,74E-05
Acenaphthene	1,12E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,26E-08	-	
Acenaphthylene	1,69E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,40E-08	-	
Anthracene	4,43E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	8,89E-10	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene	2,80E-12	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,63E-13	2,00E-06	2,81E-07
Benzo(b)fluoranthene	6,99E-11	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,40E-11	-	
Benzo(g,h,I)perylene	1,14E-12	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,30E-13	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene	1,95E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,91E-11	-	
Fluorene	2,18E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,38E-09	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	5,17E-13	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,04E-13	-	
Naphthalene	1,60E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,22E-06	3,70E-02	8,71E-05
Phenanthrene	1,51E-08	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,03E-09	-	
Pyrene	1,91E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,83E-11	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										1,25E-02
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
TPH Aliphatic C6-8	1,43E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,87E-04	1,84E+01	1,56E-05
TPH Aliphatic C8-10	1,99E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,99E-03	1,00E+00	3,99E-03
TPH Aliphatic C10-12	3,69E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,41E-03	1,00E+00	7,41E-03
TPH Aliphatic C12-16	5,20E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,05E-03	1,00E+00	1,05E-03
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										3,08E-02
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
TPH Aromatic C8-10	6,34E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,27E-03	2,00E-01	6,37E-03
TPH Aromatic C10-12	2,03E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,08E-03	2,00E-01	2,04E-02
TPH Aromatic C12-16	3,99E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	8,01E-04	2,00E-01	4,00E-03
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
BTEX										3,69E-04
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	9,70E-03	0,00E+00
Toluene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
Ethylbenzene	6,58E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,32E-05	1,50E+00	8,82E-06
Xylenes (total)	1,79E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,61E-05	1,00E-01	3,61E-04
Dioxines et furanes										8,34E-09
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	1,66E-15	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,34E-16	4,00E-08	8,34E-09

Tableau de synthèse des QD par famille

Composés	Somme QD
HAP	8,74E-05
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1,25E-02
Hydrocarbures Aromatiques	3,08E-02
BTEX	3,69E-04
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	8,34E-09
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
PFAS	0,00E+00
Somme Aliphatiques	**1,29E-02**
Somme Aromatiques	**3,12E-02**

Scénario **Industriel** **en extérieur**

Cible **Travailleur**

Exposition **Inhalation de vapeurs issues du dégazage de la nappe en extérieur**

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque individuel
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	220	43	20,0	25550			
HAP										8,23E-11
Acenaphthene	3,11E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,84E-11	1,10E-03	4,22E-14
Acenaphthylene	2,72E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,35E-11	1,10E-03	3,69E-14
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(g,h,I)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Fluorene	1,84E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,28E-11	1,10E-03	2,50E-14
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Naphthalene	1,19E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,47E-08	5,60E-03	8,22E-11
Phenanthrene	1,44E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,78E-11	1,10E-03	1,96E-14
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatic C6-8	3,38E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,17E-04	-	
TPH Aliphatic C8-10	4,42E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,46E-03	-	
TPH Aliphatic C10-12	4,10E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,06E-05	-	
TPH Aliphatic C12-16	5,35E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,61E-05	-	
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C8-10	1,10E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,35E-05	-	
TPH Aromatic C10-12	4,95E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,11E-08	-	
TPH Aromatic C12-16	1,82E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,25E-08	-	
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
BTEX										1,34E-09
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,60E-03	0,00E+00
Toluene	1,34E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,66E-07	-	
Ethylbenzene	4,35E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,37E-07	2,50E-03	1,34E-09
Xylenes (total)	1,47E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,82E-06	-	

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	8,23E-11
Eléments Traces Métalliqu	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	1,34E-09
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**1,43E-09**

Scénario **Industriel** **en extérieur**

Cible **Travailleur**

Exposition **Inhalation de vapeurs issues du dégazage de la nappe en extérieur**

Composé	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	220	43	20,0	15695	-		
HAP										6,46E-07
Acenaphthene	3,11E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	6,25E-11	-	
Acenaphthylene	2,72E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,46E-11	-	
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	2,00E-06	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(g,h,I)perylene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluorene	1,84E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,70E-11	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Naphthalene	1,19E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,39E-08	3,70E-02	6,46E-07
Phenanthrene	1,44E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,90E-11	-	
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										9,11E-03
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
TPH Aliphatic C6-8	3,38E-03	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	6,79E-04	1,84E+01	3,69E-05
TPH Aliphatic C8-10	4,42E-02	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	8,88E-03	1,00E+00	8,88E-03
TPH Aliphatic C10-12	4,10E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	8,24E-05	1,00E+00	8,24E-05
TPH Aliphatic C12-16	5,35E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,08E-04	1,00E+00	1,08E-04
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										1,11E-04
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
TPH Aromatic C8-10	1,10E-04	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,20E-05	2,00E-01	1,10E-04
TPH Aromatic C10-12	4,95E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	9,94E-08	2,00E-01	4,97E-07
TPH Aromatic C12-16	1,82E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,66E-08	2,00E-01	1,83E-07
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
BTEX										3,02E-05
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	9,70E-03	0,00E+00
Toluene	1,34E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,70E-07	1,90E+01	1,42E-08
Ethylbenzene	4,35E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	8,75E-07	1,50E+00	5,83E-07
Xylenes (total)	1,47E-05	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,96E-06	1,00E-01	2,96E-05

Tableau de synthèse des QD par famille

Composés	Somme QD
HAP	6,46E-07
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	9,11E-03
Hydrocarbures Aromatiques	1,11E-04
BTEX	3,02E-05
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme Aliphatiques	**9,14E-03**
Somme Aromatiques	**1,42E-04**

Scénario **Industriel** **en extérieur**

Cible **Travailleur**

Exposition **Inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol en extérieur**

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque individuel
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	220	43	20,0	25550			
HAP										0,00E+00
Acenaphthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Acenaphthylene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benz(a)anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(g,h,I)perylene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benzo(k)fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Fluorene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Naphthalene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	5,60E-03	0,00E+00
Phenanthrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFAS										0,00E+00
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	1,07E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,32E-10	-	
PFOS	3,64E-11	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,49E-12	-	
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,82E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,47E-08	-	
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFOA	1,75E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,16E-11	-	
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	4,43E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	5,47E-07	-	
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	3,57E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,41E-10	-	
Perfluornonanoic acid (PFNA)	1,80E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,22E-11	-	
Perfluordecanoic acid (PFDA)	9,65E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,19E-10	-	
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	9,76E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,20E-10	-	
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFNS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFUnDA / PFUna		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFUndS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFDoDA / PFDoA	3,96E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,88E-11	-	
PFDodS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFTrS / PFTrDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFOSA		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
DONA / ADONA		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	

Tableau de synthèse des ERI par famille

Composés	Somme ERI
HAP	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	0,00E+00
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**0,00E+00**

Scénario Industriel en extérieur

Cible Travailleur

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol en extérieur

	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	220	43	20,0	15695	-		
HAP										0,00E+00
Acenaphthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Acenaphthylene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benz(a)anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	2,00E-06	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(g,h,I)perylene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(k)fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluorene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Naphthalene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,70E-02	0,00E+00
Phenanthrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
PFAS										1,52E-03
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	1,07E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,16E-10	1,30E-05	1,66E-05
PFOS	3,64E-11	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,31E-12	8,10E-05	9,03E-08
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,82E-07	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,66E-08	1,10E-02	5,14E-06
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFOA	1,75E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,52E-11	4,10E-06	8,58E-06
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	4,43E-06	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	8,90E-07	6,00E-04	1,48E-03
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	3,57E-09	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,17E-10	1,24E-02	5,79E-08
Perfluornonanoic acid (PFNA)	1,80E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,61E-11	2,80E-05	1,29E-06
Perfluordecanoic acid (PFDA)	9,65E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,94E-10	5,30E-05	3,66E-06
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	9,76E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,96E-10	4,90E-03	4,00E-08
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFNS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFUnDA / PFUna		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFUndS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFDoDA / PFDoA	3,96E-10	8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,95E-11	4,20E-05	1,89E-06
PFDodS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFTrS / PFTrDS		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFOSA		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	4,10E-06	0,00E+00
DONA / ADONA		8,33E-01	8,00E+00	2,20E+02	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	0,00E+00
Hydrocarbures Aromatiques	0,00E+00
BTEX	0,00E+00
COHV	0,00E+00
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
PFAS	1,52E-03
Somme Aliphatiques	**1,52E-03**
Somme Aromatiques	**1,52E-03**

Scénario **Industriel** **en extérieur**

Cible **Travailleur**

Exposition **Ingestion de sols et poussières**

Composé	Calcul de la DJE								VTR	Excès de risque individuel
	Conc. retenue	CF	IR	EF	ED	BW	AT	DJE		ERI
	mg/kg	kg/mg	mg/j	j/an	ans	kg	jours	mg/kg/j	(mg/kg/j)-1	-
Paramètres	-	1,00E-06	33,3	220	43	70	25550	-		
HAP										4,79E-08
Acénaphtène	1,80E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,17E-08	1,00E-03	3,17E-11
Acénaphtylène	1,40E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,47E-08	1,00E-03	2,47E-11
Anthracène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,59E-08	1,00E-02	1,59E-10
Benzo(a)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-01	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,82E-09	1,00E-01	8,82E-10
Benzo(g,h,i)perylène	1,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,29E-08	1,00E-02	2,29E-10
Benzo(k)fluoranthène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,82E-09	1,00E+00	8,82E-09
Chrysène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
Dibenzo(a,h)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00
Fluoranthène	6,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,06E-08	1,00E-03	1,06E-11
Fluorène	1,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,35E-08	1,00E-03	3,35E-11
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,82E-09	1,00E-01	8,82E-10
Naphtalène	1,74E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,07E-07	1,20E-01	3,68E-08
Phénantrène	2,70E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,76E-08	1,00E-03	4,76E-11
Pyrène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,59E-08	1,00E-03	1,59E-11
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Arsenic		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,50E+00	0,00E+00
Cadmium	4,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,64E-08	-	
Chrome III		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatiques C5-C6		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatiques C6-C8	6,83E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,20E-06	-	
TPH Aliphatiques C8-C10	9,49E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,67E-05	-	
TPH Aliphatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,89E-05	-	
TPH Aliphatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,09E-05	-	
TPH Aliphatiques C16-C35	7,69E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,36E-05	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatiques C5-C7		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatiques C7-C8		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatiques C8-C10	3,38E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,95E-06	-	
TPH Aromatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,89E-05	-	
TPH Aromatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,09E-05	-	
TPH Aromatiques C16-C21	3,84E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	6,76E-06	-	
TPH Aromatiques C21-C35	3,85E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	6,78E-06	-	
BTEX										6,40E-10
Benzène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	5,50E-02	0,00E+00
Toluène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Ethylbenzène	3,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,82E-08	1,10E-02	6,40E-10
Xylènes	9,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,64E-07	-	
Dioxines et furanes										6,88E-08
Dioxine (2,3,7,8 TCDD)	3,00E-06	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,29E-13	1,30E+05	6,88E-08

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	4,79E-08
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	6,40E-10
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	6,88E-08
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
PFAS	7,35E-06
Somme	**7,47E-06**

Scénario **Industriel** **en extérieur**

Cible **Travailleur**

Exposition **Ingestion de sols et poussières**

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	mg/kg/j	-
Paramètres	-	1,00E-06	33,3	220	43	70	15695	-		
HAP										7,96E-05
Acénaphtène	1,80E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	5,17E-08	6,00E-02	8,61E-07
Acénaphtylène	1,40E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,02E-08	-	
Anthracène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,58E-08	3,00E-01	8,61E-08
Benzo(a)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(b)fluoranthène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,44E-08	-	
Benzo(g,h,i)perylène	1,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	3,73E-08	3,00E-02	1,24E-06
Benzo(k)fluoranthène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,44E-08	3,00E-04	4,78E-05
Chrysène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenzo(a,h)anthracène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthène	6,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,72E-08	4,00E-02	4,31E-07
Fluorène	1,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	5,45E-08	4,00E-02	1,36E-06
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,44E-08	-	
Naphtalène	1,74E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,99E-07	2,00E-02	2,50E-05
Phénantrène	2,70E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,75E-08	4,00E-02	1,94E-06
Pyrène	9,00E-02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,58E-08	3,00E-02	8,61E-07
Eléments Traces Métalliques										4,02E-04
Arsenic		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-04	0,00E+00
Cadmium	4,90E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,41E-07	3,50E-04	4,02E-04
Chrome III		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-01	0,00E+00
Chrome VI		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-03	0,00E+00
Hydrocarbures aliphatiques										1,91E-03
TPH Aliphatiques C5-C6		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E+00	0,00E+00
TPH Aliphatiques C6-C8	6,83E+00	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,96E-06	5,00E+00	3,92E-07
TPH Aliphatiques C8-C10	9,49E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,72E-05	1,00E-01	2,72E-04
TPH Aliphatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,95E-05	1,00E-01	7,95E-04
TPH Aliphatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,29E-05	1,00E-01	8,29E-04
TPH Aliphatiques C16-C35	7,69E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,21E-05	2,00E+00	1,10E-05
Hydrocarbures aromatiques										5,04E-03
TPH Aromatiques C5-C7		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E-04	0,00E+00
TPH Aromatiques C7-C8		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	8,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatiques C8-C10	3,38E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	9,69E-06	4,00E-02	2,42E-04
TPH Aromatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,95E-05	4,00E-02	1,99E-03
TPH Aromatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,29E-05	4,00E-02	2,07E-03
TPH Aromatiques C16-C21	3,84E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,10E-05	3,00E-02	3,67E-04
TPH Aromatiques C21-C35	3,85E+01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,10E-05	3,00E-02	3,68E-04
BTEX										2,31E-06
Benzène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E-04	0,00E+00
Toluène		1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	8,00E-02	0,00E+00
Ethylbenzène	3,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	9,47E-08	9,71E-02	9,75E-07
Xylènes	9,30E-01	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,67E-07	2,00E-01	1,33E-06
Dioxines et furanes										1,23E-03
Dioxine (2,3,7,8 TCDD)	3,00E-06	1,00E-06	3,33E+01	2,20E+02	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,61E-13	7,00E-10	1,23E-03

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	7,96E-05
Eléments Traces Métalliques	4,02E-04
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1,91E-03
Hydrocarbures Aromatiques	5,04E-03
BTEX	2,31E-06
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	1,23E-03
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
PFAS	2,08E-01
Somme Aliphatiques	**2,12E-01**
Somme Aromatiques	**2,15E-01**

Synthèse des risques par voie - Scénario industriel en extérieur

Quotient de Danger				
Industriel				
Travailleur				
Substances	Ingestion de sols	Inhalation vapeurs sols	Inhalation vapeurs nappe	Inhalation vapeurs gaz du sol
		Extérieur	Extérieur	Extérieur
HAP	7,96E-05	8,74E-05	6,46E-07	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	4,02E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	1,91E-03	1,25E-02	9,11E-03	0,00E+00
Hydrocarbures Aromatiques	5,04E-03	3,08E-02	1,11E-04	0,00E+00
BTEX	2,31E-06	3,69E-04	3,02E-05	0,00E+00
Dioxines et furanes	1,23E-03	8,34E-09	0,00E+00	0,00E+00
PFAS	2,08E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,52E-03
Total par voie avec hypothèse HC aliphatiques	0,212	0,013	0,009	0,002
Total général avec hypothèse HC aliphatiques	0,24			
Total par voie avec hypothèse HC aromatiques	0,215	0,031	0,000	0,002
Total général avec hypothèse HC aromatiques	0,25			

Excès de Risque Individuel				
Industriel				
Travailleur				
Substances	Ingestion de sols	Inhalation vapeurs sols	Inhalation vapeurs nappe	Inhalation vapeurs gaz du sol
		Extérieur	Extérieur	Extérieur
HAP	4,79E-08	1,11E-08	8,23E-11	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
BTEX	6,40E-10	2,03E-08	1,34E-09	0,00E+00
Dioxines et furanes	6,88E-08	7,79E-12	0,00E+00	0,00E+00
PFAS	7,35E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Total par voie	7,47E-06	3,15E-08	1,43E-09	0,00E+00
Total général	7,50E-06			

Les valeurs supérieures aux valeurs seuils en vigueur sont indiquées en gras

Annexe 20 : Calcul de l'exposition et du risque – scénario industriel en extérieur (espaces verts) – travailleurs en charge des espaces verts

Scénario Industriel

Cible Travailleur entretien des espaces verts

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols en extérieur

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque individuel
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	12	43	20,0	25550			
HAP										6,08E-10
Acenaphthene	1,12E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	7,56E-10	1,10E-03	8,31E-13
Acenaphthylene	1,69E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,14E-09	1,10E-03	1,25E-12
Anthracene	4,43E-09	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,98E-11	1,10E-02	3,28E-13
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene	2,80E-12	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,89E-14	1,10E+00	2,07E-14
Benzo(b)fluoranthene	6,99E-11	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,70E-13	1,10E-01	5,17E-14
Benzo(g,h,I)perylene	1,14E-12	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	7,71E-15	1,10E-02	8,48E-17
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene	1,95E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,31E-12	1,10E-03	1,44E-15
Fluorene	2,18E-08	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,47E-10	1,10E-03	1,62E-13
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	5,17E-13	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,48E-15	1,10E-01	3,82E-16
Naphthalene	1,60E-05	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,08E-07	5,60E-03	6,05E-10
Phenanthrene	1,51E-08	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,02E-10	1,10E-03	1,12E-13
Pyrene	1,91E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,28E-12	1,10E-03	1,41E-15
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatic C6-8	1,43E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,63E-06	-	
TPH Aliphatic C8-10	1,99E-02	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,34E-04	-	
TPH Aliphatic C10-12	3,69E-02	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,48E-04	-	
TPH Aliphatic C12-16	5,20E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,50E-05	-	
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C8-10	6,34E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,27E-05	-	
TPH Aromatic C10-12	2,03E-02	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,37E-04	-	
TPH Aromatic C12-16	3,99E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,68E-05	-	
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
BTEX										1,11E-09
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,60E-03	0,00E+00
Toluene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Ethylbenzene	6,58E-05	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	4,43E-07	2,50E-03	1,11E-09
Xylenes (total)	1,79E-04	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,21E-06	-	
Dioxines et furanes										4,25E-13
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	1,66E-15	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,12E-17	3,80E+04	4,25E-13

Tableau de synthèse des ERI par famille

Composés	Somme ERI
HAP	6,08E-10
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	1,11E-09
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	4,25E-13
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**1,72E-09**

Scénario Industriel

Cible Travailleur entretien des espaces verts

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des sols en extérieur

	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	12	43	20,0	15695	-		
HAP										4,77E-06
Acenaphthene	1,12E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,23E-09	-	
Acenaphthylene	1,69E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,86E-09	-	
Anthracene	4,43E-09	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,85E-11	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene	2,80E-12	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,07E-14	2,00E-06	1,53E-08
Benzo(b)fluoranthene	6,99E-11	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,66E-13	-	
Benzo(g,h,I)perylene	1,14E-12	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,25E-14	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene	1,95E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,13E-12	-	
Fluorene	2,18E-08	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,39E-10	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	5,17E-13	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,66E-15	-	
Naphthalene	1,60E-05	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,76E-07	3,70E-02	4,75E-06
Phenanthrene	1,51E-08	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,65E-10	-	
Pyrene	1,91E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,09E-12	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										6,80E-04
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
TPH Aliphatic C6-8	1,43E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,57E-05	1,84E+01	8,53E-07
TPH Aliphatic C8-10	1,99E-02	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,18E-04	1,00E+00	2,18E-04
TPH Aliphatic C10-12	3,69E-02	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,04E-04	1,00E+00	4,04E-04
TPH Aliphatic C12-16	5,20E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,70E-05	1,00E+00	5,70E-05
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										1,68E-03
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
TPH Aromatic C8-10	6,34E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	6,95E-05	2,00E-01	3,47E-04
TPH Aromatic C10-12	2,03E-02	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,22E-04	2,00E-01	1,11E-03
TPH Aromatic C12-16	3,99E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,37E-05	2,00E-01	2,18E-04
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
BTEX										2,01E-05
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	9,70E-03	0,00E+00
Toluene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
Ethylbenzene	6,58E-05	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	7,22E-07	1,50E+00	4,81E-07
Xylenes (total)	1,79E-04	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,97E-06	1,00E-01	1,97E-05
Dioxines et furanes										4,55E-10
Dioxin (TCDD, 2,3,7,8)	1,66E-15	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,82E-17	4,00E-08	4,55E-10

Tableau de synthèse des QD par famille

Composés	Somme QD
HAP	4,77E-06
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	6,80E-04
Hydrocarbures Aromatiques	1,68E-03
BTEX	2,01E-05
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	4,55E-10
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
PFAS	0,00E+00
Somme Aliphatiques	**7,05E-04**
Somme Aromatiques	**1,70E-03**

Scénario Industriel

Cible Travailleur entretien des espaces verts

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage de la nappe en extérieur

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque individuel
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	12	43	20,0	25550			
HAP										4,49E-12
Acenaphthene	3,11E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,09E-12	1,10E-03	2,30E-15
Acenaphthylene	2,72E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,83E-12	1,10E-03	2,01E-15
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(g,h,I)perylene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Fluorene	1,84E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,24E-12	1,10E-03	1,37E-15
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Naphthalene	1,19E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	8,00E-10	5,60E-03	4,48E-12
Phenanthrene	1,44E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,72E-13	1,10E-03	1,07E-15
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatic C6-8	3,38E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,27E-05	-	
TPH Aliphatic C8-10	4,42E-02	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,98E-04	-	
TPH Aliphatic C10-12	4,10E-04	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,76E-06	-	
TPH Aliphatic C12-16	5,35E-04	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,60E-06	-	
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C8-10	1,10E-04	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	7,38E-07	-	
TPH Aromatic C10-12	4,95E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	3,33E-09	-	
TPH Aromatic C12-16	1,82E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,23E-09	-	
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
BTEX										7,33E-11
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,60E-03	0,00E+00
Toluene	1,34E-06	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,04E-09	-	
Ethylbenzene	4,35E-06	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,93E-08	2,50E-03	7,33E-11
Xylenes (total)	1,47E-05	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	9,92E-08	-	

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	4,49E-12
Eléments Traces Métalliqu	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	7,33E-11
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**7,78E-11**

Scénario Industriel

Cible Travailleur entretien des espaces verts

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage de la nappe en extérieur

Composé	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	12	43	20,0	15695	-		
HAP										3,52E-08
Acenaphthene	3,11E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,41E-12	-	
Acenaphthylene	2,72E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,98E-12	-	
Anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benz(a)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	2,00E-06	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(g,h,I)perylene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(k)fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluorene	1,84E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	2,02E-12	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Naphthalene	1,19E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,30E-09	3,70E-02	3,52E-08
Phenanthrene	1,44E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,58E-12	-	
Pyrene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										4,97E-04
TPH Aliphatic C5-6		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
TPH Aliphatic C6-8	3,38E-03	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,70E-05	1,84E+01	2,01E-06
TPH Aliphatic C8-10	4,42E-02	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,84E-04	1,00E+00	4,84E-04
TPH Aliphatic C10-12	4,10E-04	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,50E-06	1,00E+00	4,50E-06
TPH Aliphatic C12-16	5,35E-04	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,87E-06	1,00E+00	5,87E-06
TPH Aliphatic C16-35		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aromatiques										6,05E-06
TPH Aromatic C5-7		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatic C7-8		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,90E+01	0,00E+00
TPH Aromatic C8-10	1,10E-04	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,20E-06	2,00E-01	6,01E-06
TPH Aromatic C10-12	4,95E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	5,42E-09	2,00E-01	2,71E-08
TPH Aromatic C12-16	1,82E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,99E-09	2,00E-01	9,97E-09
TPH Aromatic C16-21		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatic C21-35		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
BTEX										1,65E-06
Benzene		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	9,70E-03	0,00E+00
Toluene	1,34E-06	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,47E-08	1,90E+01	7,74E-10
Ethylbenzene	4,35E-06	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,77E-08	1,50E+00	3,18E-08
Xylenes (total)	1,47E-05	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,62E-07	1,00E-01	1,62E-06

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	3,52E-08
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	4,97E-04
Hydrocarbures Aromatiques	6,05E-06
BTEX	1,65E-06
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme Aliphatiques	**4,99E-04**
Somme Aromatiques	**7,73E-06**

Scénario Industriel

Cible Travailleur entretien des espaces verts

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol en extérieur

	Calcul de la DJE - Effets SANS seuil								VTR	Excès de risque individuel
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		ERI
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	(mg/m3)-1	-
		0,83	8	12	43	20,0	25550			
HAP										0,00E+00
Acenaphthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Acenaphthylene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benz(a)anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Benzo(g,h,I)perylene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Benzo(k)fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Chrysene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-02	0,00E+00
Dibenz(a,h)anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E+00	0,00E+00
Fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Fluorene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-01	0,00E+00
Naphthalene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	5,60E-03	0,00E+00
Phenanthrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,10E-03	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Alcanes										0,00E+00
Heptane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Cyclohexane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Octane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFAS										0,00E+00
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	1,07E-09	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	7,23E-12	-	
PFOS	3,64E-11	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,45E-13	-	
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,82E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,90E-09	-	
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFOA	1,75E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,18E-12	-	
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	4,43E-06	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,98E-08	-	
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	3,57E-09	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,40E-11	-	
Perfluornonanoic acid (PFNA)	1,80E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	1,21E-12	-	
Perfluordecanoic acid (PFDA)	9,65E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,50E-12	-	
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	9,76E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	6,57E-12	-	
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFDS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFNS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFUnDA / PFUna		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFUndS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFDoDA / PFDoA	3,96E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	2,66E-12	-	
PFDodS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFTrS / PFTrDS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
PFOSA		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
DONA / ADONA		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	

Tableau de synthèse des ERI par famille

Composés	Somme ERI
HAP	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	0,00E+00
COHV	0,00E+00
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
PFAS	0,00E+00
Somme	**0,00E+00**

Scénario Industriel

Cible Travailleur entretien des espaces verts

Exposition Inhalation de vapeurs issues du dégazage des gaz du sol en extérieur

	Calcul de la DJE - Effets à seuil								VTR	Quotient de danger
Composé	Conc.	IR	CF	EF	ED	VR	AT	DJE		QD
	mg/m3	m3/h	h/j	j/an	ans	m3/j	jours	mg/m3	mg/m3	-
		0,83	8	12	43	20,0	15695	-		
HAP										0,00E+00
Acenaphthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Acenaphthylene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benz(a)anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	2,00E-06	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(g,h,I)perylene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(k)fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Chrysene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenz(a,h)anthracene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluorene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Naphthalene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,70E-02	0,00E+00
Phenanthrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Pyrene	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Mercury (inorganic)	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-05	0,00E+00
Alcanes										0,00E+00
Heptane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hexane (n-)	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E+00	0,00E+00
Cyclohexane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	6,00E+00	0,00E+00
Octane	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatic C5-6	0,00E+00	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,84E+01	0,00E+00
PFAS										8,30E-05
Perfluorhexanoicsulphonate (PFHxS)	1,07E-09	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,18E-11	1,30E-05	9,05E-07
PFOS	3,64E-11	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,99E-13	8,10E-05	4,92E-09
Perfluorpentanoic acid (PFPeA)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Perfluorhexanoic acid (PFHxA)	2,82E-07	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,09E-09	1,10E-02	2,81E-07
Perfluorheptanoic acid (PFHpA)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFOA	1,75E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,92E-12	4,10E-06	4,68E-07
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS / 6:2 FTSA)	4,43E-06	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,86E-08	6,00E-04	8,09E-05
Fluortelomersulfo. (8:2 FTS)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Perfluorbutanoic acid (PFBA)	3,57E-09	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	3,91E-11	1,24E-02	3,16E-09
Perfluornonanoic acid (PFNA)	1,80E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,97E-12	2,80E-05	7,03E-08
Perfluordecanoic acid (PFDA)	9,65E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,06E-11	5,30E-05	1,99E-07
Acide perfluorobutane sulfonique (PFBS)	9,76E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	1,07E-11	4,90E-03	2,18E-09
Acide perfluoropentane sulfonique (PFPeS)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Acide perfluoroheptane sulfonique (PFHpS)		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Somme PFOA, PFOS, PFNA et PFHxS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFDS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFNS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFUnDA / PFUna		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFUndS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFDoDA / PFDoA	3,96E-10	8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	4,34E-12	4,20E-05	1,03E-07
PFDodS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFTrS / PFTrDS		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
PFOSA		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	4,10E-06	0,00E+00
DONA / ADONA		8,33E-01	8,00E+00	1,20E+01	4,30E+01	2,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	

Tableau de synthèse des QD par famille

Composés	Somme QD
HAP	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	0,00E+00
Hydrocarbures Aromatiques	0,00E+00
BTEX	0,00E+00
COHV	0,00E+00
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
PFAS	8,30E-05
Somme Aliphatiques	**8,30E-05**
Somme Aromatiques	**8,30E-05**

Scénario Industriel

Cible Travailleur entretien des espaces verts

Exposition Ingestion de sols et poussières

Composé	Calcul de la DJE								VTR	Excès de risque individuel
	Conc. retenue	CF	IR	EF	ED	BW	AT	DJE		ERI
	mg/kg	kg/mg	mg/j	j/an	ans	kg	jours	mg/kg/j	(mg/kg/j)-1	-
Paramètres	-	1,00E-06	200,0	12	43	70	25550	-		
HAP										1,57E-08
Acénaphtène	1,80E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,04E-08	1,00E-03	1,04E-11
Acénaphtylène	1,40E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	8,08E-09	1,00E-03	8,08E-12
Anthracène	9,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,19E-09	1,00E-02	5,19E-11
Benzo(a)anthracène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-01	0,00E+00
Benzo(b)fluoranthène	5,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,89E-09	1,00E-01	2,89E-10
Benzo(g,h,i)perylène	1,30E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	7,50E-09	1,00E-02	7,50E-11
Benzo(k)fluoranthène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-01	0,00E+00
Benzo(a)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,89E-09	1,00E+00	2,89E-09
Chrysène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E-02	0,00E+00
Dibenzo(a,h)anthracène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,00E+00	0,00E+00
Fluoranthène	6,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,46E-09	1,00E-03	3,46E-12
Fluorène	1,90E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,10E-08	1,00E-03	1,10E-11
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,89E-09	1,00E-01	2,89E-10
Naphtalène	1,74E+00	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,00E-07	1,20E-01	1,20E-08
Phénantrène	2,70E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,56E-08	1,00E-03	1,56E-11
Pyrène	9,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,19E-09	1,00E-03	5,19E-12
Eléments Traces Métalliques										0,00E+00
Arsenic		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	1,50E+00	0,00E+00
Cadmium	4,90E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,83E-08	-	
Hydrocarbures aliphatiques										0,00E+00
TPH Aliphatiques C5-C6		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aliphatiques C6-C8	6,83E+00	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	3,94E-07	-	
TPH Aliphatiques C8-C10	9,49E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,47E-06	-	
TPH Aliphatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,60E-05	-	
TPH Aliphatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,67E-05	-	
TPH Aliphatiques C16-C35	7,69E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	4,44E-06	-	
Hydrocarbures aromatiques										0,00E+00
TPH Aromatiques C5-C7		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatiques C7-C8		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
TPH Aromatiques C8-C10	3,38E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,95E-06	-	
TPH Aromatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,60E-05	-	
TPH Aromatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,67E-05	-	
TPH Aromatiques C16-C21	3,84E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,21E-06	-	
TPH Aromatiques C21-C35	3,85E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	2,22E-06	-	
BTEX										2,09E-10
Benzène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	5,50E-02	0,00E+00
Toluène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	0,00E+00	-	
Ethylbenzène	3,30E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,90E-08	1,10E-02	2,09E-10
Xylènes	9,30E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	5,37E-08	-	
Dioxines et furanes										2,25E-08
Dioxine (2,3,7,8 TCDD)	3,00E-06	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	2,56E+04	1,73E-13	1,30E+05	2,25E-08

Tableau de synthèse des ERI par famille	
Composés	Somme ERI
HAP	1,57E-08
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00
BTEX	2,09E-10
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	2,25E-08
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
PFAS	2,41E-06
Somme	**2,44E-06**

Scénario Industriel

Cible Travailleur entretien des espaces verts

Exposition Ingestion de sols et poussières

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	mg/kg/j	-
Paramètres	-	1,00E-06	200,0	12	43	70	15695	-		
HAP										2,60E-05
Acénaphtène	1,80E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,69E-08	6,00E-02	2,82E-07
Acénaphtylène	1,40E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,32E-08	-	
Anthracène	9,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,45E-09	3,00E-01	2,82E-08
Benzo(a)anthracène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(b)fluoranthène	5,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,70E-09	-	
Benzo(g,h,i)perylène	1,30E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,22E-08	3,00E-02	4,07E-07
Benzo(k)fluoranthène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Benzo(a)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,70E-09	3,00E-04	1,57E-05
Chrysène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Dibenzo(a,h)anthracène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	-	
Fluoranthène	6,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	5,64E-09	4,00E-02	1,41E-07
Fluorène	1,90E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,78E-08	4,00E-02	4,46E-07
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	5,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,70E-09	-	
Naphtalène	1,74E+00	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	1,63E-07	2,00E-02	8,17E-06
Phénantrène	2,70E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,54E-08	4,00E-02	6,34E-07
Pyrène	9,00E-02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,45E-09	3,00E-02	2,82E-07
Eléments Traces Métalliques										1,32E-04
Arsenic		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-04	0,00E+00
Cadmium	4,90E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	4,60E-08	3,50E-04	1,32E-04
Chrome III		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	3,00E-01	0,00E+00
Chrome VI		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	1,00E-03	0,00E+00
Hydrocarbures aliphatiques										6,24E-04
TPH Aliphatiques C5-C6		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E+00	0,00E+00
TPH Aliphatiques C6-C8	6,83E+00	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	6,42E-07	5,00E+00	1,28E-07
TPH Aliphatiques C8-C10	9,49E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,91E-06	1,00E-01	8,91E-05
TPH Aliphatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,60E-05	1,00E-01	2,60E-04
TPH Aliphatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,71E-05	1,00E-01	2,71E-04
TPH Aliphatiques C16-C35	7,69E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	7,22E-06	2,00E+00	3,61E-06
Hydrocarbures aromatiques										1,65E-03
TPH Aromatiques C5-C7		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E-04	0,00E+00
TPH Aromatiques C7-C8		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	8,00E-02	0,00E+00
TPH Aromatiques C8-C10	3,38E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	3,17E-06	4,00E-02	7,93E-05
TPH Aromatiques C10-C12	2,77E+02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,60E-05	4,00E-02	6,51E-04
TPH Aromatiques C12-C16	2,89E+02	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,71E-05	4,00E-02	6,78E-04
TPH Aromatiques C16-C21	3,84E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	3,60E-06	3,00E-02	1,20E-04
TPH Aromatiques C21-C35	3,85E+01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	3,61E-06	3,00E-02	1,20E-04
BTEX										7,56E-07
Benzène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	5,00E-04	0,00E+00
Toluène		1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	0,00E+00	8,00E-02	0,00E+00
Ethylbenzène	3,30E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	3,10E-08	9,71E-02	3,19E-07
Xylènes	9,30E-01	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	8,74E-08	2,00E-01	4,37E-07
Dioxines et furanes										4,03E-04
Dioxine (2,3,7,8 TCDD)	3,00E-06	1,00E-06	2,00E+02	1,20E+01	4,30E+01	7,00E+01	1,57E+04	2,82E-13	7,00E-10	4,03E-04

Tableau de synthèse des QD par famille	
Composés	Somme QD
HAP	2,60E-05
Eléments Traces Métalliques	1,32E-04
Alcanes	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	6,24E-04
Hydrocarbures Aromatiques	1,65E-03
BTEX	7,56E-07
COHV	0,00E+00
PCB par Congénères	0,00E+00
Famille des PCB	0,00E+00
Dioxines et furanes	4,03E-04
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
PFAS	6,82E-02
Somme Aliphatiques	**6,94E-02**
Somme Aromatiques	**7,04E-02**

Synthèse des risques par voie - Scénario industriel en extérieur

Quotient de Danger				
Industriel				
Travailleur entretien des espaces verts				
Substances	Ingestion de sols	Inhalation vapeurs sols	Inhalation vapeurs nappe	Inhalation vapeurs gaz du sol
		Extérieur	Extérieur	Extérieur
HAP	2,60E-05	4,77E-06	3,52E-08	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	1,32E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Hydrocarbures Aliphatiques	6,24E-04	6,80E-04	4,97E-04	0,00E+00
Hydrocarbures Aromatiques	1,65E-03	1,68E-03	6,05E-06	0,00E+00
BTEX	7,56E-07	2,01E-05	1,65E-06	0,00E+00
Dioxines et furanes	4,03E-04	4,55E-10	0,00E+00	0,00E+00
PFAS	6,82E-02	0,00E+00	0,00E+00	8,30E-05
Total par voie avec hypothèse HC aliphatiques	0,069	0,001	0,000	0,000
Total général avec hypothèse HC aliphatiques	0,07			
Total par voie avec hypothèse HC aromatiques	0,070	0,002	0,000	0,000
Total général avec hypothèse HC aromatiques	0,07			

Excès de Risque Individuel				
Industriel				
Travailleur entretien des espaces verts				
Substances	Ingestion de sols	Inhalation vapeurs sols	Inhalation vapeurs nappe	Inhalation vapeurs gaz du sol
		Extérieur	Extérieur	Extérieur
HAP	1,57E-08	6,08E-10	4,49E-12	0,00E+00
Eléments Traces Métalliques	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Hydrocarbures	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
BTEX	2,09E-10	1,11E-09	7,33E-11	0,00E+00
Dioxines et furanes	2,25E-08	4,25E-13	0,00E+00	0,00E+00
PFAS	2,41E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Total par voie	2,44E-06	1,72E-09	7,78E-11	0,00E+00
Total général	2,45E-06			

Les valeurs supérieures aux valeurs seuils en vigueur sont indiquées en gras