



Rapport d'étude IDA240254

Transports GARDON
Zae, Grande Île
07370 Sarras

Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)

Ferme du Gruchet
Tourville-la-Rivière | 76. Ce projet
d'aménagement est localisé au droit des
parcelles 160, 162, 163 et 186 de la
section BD de la ville de Tourville-la-
Rivière pour une surface totale de 24 609
m².

VOTRE INTERLOCUTEUR

Aude OSSELIN
06 16 21 04 05
a.osselin@iddea-gengis.fr

SIÈGE SOCIAL

289, bd Duhamel du Monceau
45160 Olivet
02 38 25 15 62
contact@iddea-gengis.fr
iddea-gengis.fr



RÉFÉRENCES

Réf. devis :	IDD240403	
Réf. du rapport :	IDA240254	Version : A
Réf. du client :	Accord par mail du 13/06/2024	

CLIENT

Nom et adresse	Transports GARDON Zae, Grande Île 07370 Sarraz
Nom du contact et coordonnées	M. Stéphane GARDON 06 09 01 46 49 Stephane.gardon@transports-gardon.fr

INTERVENANTS IDDEA

Rédacteur	Laura GUILLERM	
Responsable de projet	Aude OSSELIN	
Superviseur	Marie GAILLARD	

STATUT DU RAPPORT

Version	Date	Détails
vA	15.07.2024	Version initiale

CERTIFICATIONS D'IDDEA





Ces informations sont soumises à l'exhaustivité et la fiabilité des documents disponibles et consultables, l'existence d'une information « cachée » ou « erronée » est toujours possible. L'exhaustivité et la véracité absolue ne peuvent donc être garanties.

Tous les éléments de ce rapport (cartes, photos, pièces et documents divers, etc.) constituent une seule et même entité indissociable. La responsabilité d'IDDEA ne saurait être engagée par une utilisation, une communication ou une reproduction partielle de ce rapport et annexes sans l'accord préalable d'IDDEA.

Nous restons à la disposition du client pour lui fournir tout renseignement complémentaire qu'il pourrait juger utile concernant les résultats et les conclusions de notre étude.



1. Synthèse non technique de l'étude	8
2. Contexte de l'étude	10
3. Cadre normatif et réglementaire	10
4. Présentation du site	11
4.1. Localisation du site	11
4.2. Contexte géologique	12
4.3. Contexte Hydrogéologique	14
4.4. Usages des eaux souterraines	14
4.5. Rappel des investigations réalisées au droit du site.....	16
5. Identification des dangers	21
5.1. Description du projet d'aménagement.....	21
5.2. Schéma conceptuel d'exposition	22
5.3. Caractérisation des sources et du milieu d'exposition des futurs usagers	25
5.3.1. Méthodologie de prise en compte des concentrations et limites de quantification	25
5.3.2. Choix des concentrations retenues pour les calculs.....	26
6. Relations Dose Réponse	27
7. Estimation des expositions	28
7.1. Paramètres d'entrée et modèles de transfert	28
7.2. Calcul des concentrations inhalées (CI)	29
7.3. Comparaison des concentrations modélisées dans l'air ambiant intérieur aux seuils R1	29
8. Caractérisation des risques sanitaires	30
8.1. Mode de calcul.....	30
8.2. Résultats	31
8.3. Mesures de gestion proposées.....	34
9. Etude de sensibilité	36
9.1. Choix du type de terres à mettre en place sous le bâtiment « Atelier »	36
9.2. Dispositions constructives du bâtiment.....	37
9.3. Choix des paramètres de la répartition aliphatiques / aromatiques.....	37



10. Synthèse technique, conclusions et recommandations

39

Liste des figures

Figure 1 :	Localisation du site à l'étude (Carte IGN source Géoportail)	11
Figure 2 :	Plan du cadastre du site (fond de plan du cadastre)	12
Figure 3 :	Log stratigraphique du sondage n° BSS000JHJF (Source Infoterre).....	13
Figure 4 :	Localisation des sources de pollution potentielles mises en évidence dans la mission INFOS de la société SOCOTEC ENVIRONNEMENT.....	17
Figure 5 :	Représentation de l'ensemble des sondages sols et gaz des sols mené par la société SOCOTEC ENVIRONNEMENT	18
Figure 6 :	Synthèse des données au droit et à proximité du futur bâtiment	20
Figure 7 :	Schéma de l'aménagement envisagé au droit du site d'étude (sans échelle).....	21
Figure 8 :	Schéma conceptuel d'exposition	22

Liste des Tableaux

Tableau 1 :	Captages d'eau répertoriés dans la BSS et à proximité du site (rayon de 800 m)	15
Tableau 2 :	Synthèse des données sol	19
Tableau 3 :	Synthèse des données gaz des sols	19
Tableau 4 :	Justification du choix des voies d'exposition résiduelles.....	24
Tableau 5 :	Paramètres d'entrée.....	28
Tableau 6 :	Niveaux de risque par voie d'exposition	32
Tableau 7 :	Résultats des calculs de risque et comparaison aux valeurs de référence pour le cumul des scénarios.....	33
Tableau 8 :	Concentrations à respecter pour la terre végétale d'apport	34
Tableau 9 :	Résultats des calculs de risque pour les adaptations constructives proposées pour le futur atelier.....	35
Tableau 10 :	Résultats des calculs de risque et comparaison du choix de la lithologie pour les terres de recouvrement.....	36
Tableau 11 :	Résultats des calculs de risque et choix du taux de renouvellement d'air dans le bâtiment Atelier	37
Tableau 12 :	Résultats des niveaux de risque avec modification de la répartition entre hydrocarbures aliphatiques et aromatiques	38



Annexes

- Annexe 1 : Localisation des investigations
- Annexe 2 : Concentrations retenues pour les calculs de risque
- Annexe 3 : Définitions
- Annexe 4 : Méthodologie de l'évaluation des Risques Sanitaires
- Annexe 5 : Principales incertitudes liées aux hypothèses retenues
- Annexe 6 : Relation dose-réponse
- Annexe 7 : Valeurs toxicologiques de référence
- Annexe 8 : Paramètres physico-chimiques
- Annexe 9 : Paramètres d'entrée des modèles de transfert
- Annexe 10 : Modèles de transfert
- Annexe 11 : Mode de calcul des concentrations inhalées
- Annexe 12 : Calculs de risque détaillés par scénario
- Annexe 13 : Somme des quotients de danger par organe cible
- Annexe 14 : Cumul des scénarios



ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARR	Analyse des Risques Résiduels
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Base de données américaine)
BTEX.....	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes
CAV	Composés Aromatiques Volatils
CMA	Concentrations Maximales Admissibles
COFRAC	Comité Français d'Accréditation
COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
COT	Carbone Organique Total
EMM.....	Éléments Métalliques et Métalloïdes
EPA.....	Environmental Protection Agency (USA)
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ERI	Excès de Risque Individuels
ERU	Excès de Risque Unitaire
HAP.....	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT.....	Hydrocarbures Totaux
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
IRIS	Integrated Risk Information System (Base de données de l'EPA)
LQ	Limite de Quantification
MS.....	Matière sèche
ND.....	Non détecté
NGF	Nivellement Général de France
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment (Base de données californienne)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PCB.....	Polychlorobiphényles
PCE.....	Tétrachloroéthylène
QD.....	Quotient de Danger
RBCA	Risk-Based Corrective Action
RIVM	National Institute for Public Health and the Environment (Base de données hollandaise)
TCE.....	Trichloroéthylène
TPH.....	Total Petroleum Hydrocarbon
VTR.....	Valeurs Toxicologiques de Référence



1. Synthèse non technique de l'étude

CONTEXTE

Mandataire : Transports GARDON

Adresse du site : Ferme du Gruchet à Tourville-la-Rivière | 76. Ce projet d'aménagement est localisé au droit des parcelles 160, 162, 163 et 186 de la section BD de la ville de Tourville-la-Rivière pour une surface totale de 24 609 m².

Usage actuel du site : Ancienne décharge illégale sur l'ensemble du site.

Contexte de l'étude : La société Transports GARDON a missionné IDDEA pour :

- La réalisation d'une synthèse du contexte historique et des données environnementales sur la base des rapports de la société SOCOTEC ENVIRONNEMENT de 2020 à 2022 ;
- La réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS).

Usage futur et projet d'aménagement : Implantation d'un espace de stockage de véhicules pour la société Transports GARDON prévoyant :

- La réalisation d'un parking extérieur ;
- La construction d'un bâtiment de 600 m² à usage tertiaire (atelier) ;
- La construction de bureaux (~200 m²) de type Algeco.

Etudes déjà réalisées sur le site :

- Rapport INFOS de SOCOTEC ENVIRONNEMENT - rapport EL7PA/20/003 du 06/01/2020 ;
- Rapport DIAG de SOCOTEC ENVIRONNEMENT - rapport EL7P3/21/249 du 10/10/2021 ;
- Rapport DIAG de SOCOTEC ENVIRONNEMENT - rapport EL7P3/22 du 10/03/2022 ;
- Rapport DIAG de SOCOTEC ENVIRONNEMENT - rapport A1482/22/157 du 25/01/2022.

DESCRIPTION DES AMENAGEMENTS PRIS EN COMPTE DANS LES CALCULS

Les aménagements pris en compte dans les calculs de risques sanitaires sont les suivants :

- Atelier (bâtiment de plain-pied) ;
- Bureaux (constructions modulaires surélevées) ;
- Zones extérieures bitumées (voiries et parking).

Dans la mesure où le futur atelier est destiné à accueillir des poids lourds, la mise en place d'un vide sanitaire n'a pas été retenue dans le schéma conceptuel de ce projet. Si le projet devait évoluer ou si les études géotechniques montraient la possibilité de mettre en place ce vide sanitaire, la présente étude serait à reprendre.



VOIES D'EXPOSITION ET CIBLES PRISES EN COMPTE

Les voies d'exposition et cibles prises en compte dans les calculs de risques sanitaires sont :

- L'inhalation de vapeurs de substances volatiles par des adultes travailleurs au droit de l'atelier (bâtiment de plain-pied) ;
- L'inhalation de vapeurs de substances volatiles par des adultes travailleurs au droit des bureaux (construction modulaires surélevées) ;
- L'inhalation de vapeurs de substances volatiles par des adultes travailleurs au droit des zones extérieures bitumées (voiries et parking).

RESULTATS, CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Au regard des valeurs de référence fixées par la méthodologie d'avril 2017, les niveaux de risque calculés indiquent que la qualité du sous-sol :

- Est compatible avec la mise en place de constructions modulaires surélevées d'environ 50 cm au minimum, et permettant la libre circulation de l'air sous ces structures ;
- Nécessite la mise en place de mesures constructives pour le bâtiment destiné à accueillir le futur atelier. Les alternatives suivantes sont proposées :
 - ▶ Soit la substitution des sols sous le bâtiment et sur 1 mètre en pourtour sur 30 cm d'épaisseur par des limons ;
 - ▶ Soit une augmentation du taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment à 3 volumes par heure a minima.

Toute modification des aménagements et des données d'entrée utilisées nécessiterait une reprise des calculs présentés ici.

Les remarques et préconisations suivantes sont à prendre en compte :

- Les personnes amenées à travailler sur ce chantier de construction devront veiller à porter les équipements de protection individuelle adaptés aux substances détectées dans le sous-sol et notamment vis-à-vis du risque d'explosion ;
- Une conservation de la mémoire du site doit être effectuée, par exemple via les actes de vente futurs ;
- Mise en place de canalisations pour l'eau potable en PEHD au sein d'un remblai d'apport propre ou dans des caniveaux techniques béton, ou à défaut, pose de canalisations métalliques ou en matériau anti-contaminant, conformément aux usages sur ce type de site ;
- Maintien pérenne du revêtement complet des sols pour prévenir tout contact direct entre les futurs usagers du site et les sols en place.



2. Contexte de l'étude

La société Transports Gardon prévoit l'implantation d'un site de stockage de véhicules comprenant un parking avec un bâtiment de 600 m² à usage tertiaire (atelier) et de bureaux (~200 m²) de type Algeco au droit des parcelles 160, 162 et 163 de la section BD de la ville de Tourville-la-Rivière pour une surface totale de 24 609 m².

La société SOCOTEC ENVIRONNEMENT a déjà mené 3 études environnementales au droit du site. Ces études couvrent l'ensemble du périmètre objet de la présente étude pour les milieux sols et gaz des sols et ont mis en évidence des contaminations :

- Dans les sols en éléments traces métalliques (ETM) en particulier au droit des sondages S1, S4 et S9, en hydrocarbures totaux (HCT) pour les sondages S1, S4, S7 et S12 en profondeur (concentration maximum de 4 350 mg/kg MS pour le sondage S12 1-2), en C10-C16 pour l'ensemble des sondages en profondeur (concentration maximum de 236 mg/kg MS pour le sondage S12 1-2) et sur l'ensemble des sondages des contamination en HAP, en PCB, en dioxines et furanes ainsi que la présence de traces de COHV ;
- Dans les gaz des sols, selon les ouvrages, en hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, en benzène, en naphtalène et en trichloréthylène ainsi que la formation d'atmosphère explosive.

Ainsi, IDDEA a été missionné pour l'établissement d'une synthèse des données existantes ainsi que la réalisation d'une analyse des enjeux sanitaires à travers la réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires permettant d'établir la compatibilité sanitaire ou non du milieu avec les usages futurs.

3. Cadre normatif et réglementaire

La mission d'IDDEA a été réalisée selon les normes et la méthodologie préconisées par le Ministère en charge de l'Environnement, en particulier :

- Les guides méthodologiques édités en 2007 sur la base des circulaires du 08 février 2007 et entrées en application au 1er juillet 2007 mis à jour en avril 2017 ;
- La norme AFNOR NF X 31-620 révisée en décembre 2021 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » et plus spécifiquement la prestation codifiée A320 « Analyse des Enjeux Sanitaires ».

4. Présentation du site

Les données présentées ci-après en italique sont extraites des rapports précédents.

4.1. Localisation du site

Le site à l'étude est localisé Bd Gabriel Péri, 76410 Tourville-la-Rivière. Selon la carte IGN au 1 / 25 000 (Figure 1) et le site internet Géoportail, le site est localisé à une altitude comprise entre + 9 m et + 12 m NGF. Il occupe les parcelles n°160, 162, 163 et 186 de la section BD.



Figure 1 : Localisation du site à l'étude (Carte IGN source Géoportail)

La localisation de la zone d'étude en coordonnées Lambert 93 est :

- X : 559164 m ;
- Y : 6914843 m.

Le site d'étude est bordé par une zone industrielle. On retrouve une base nautique de loisir au nord-est.

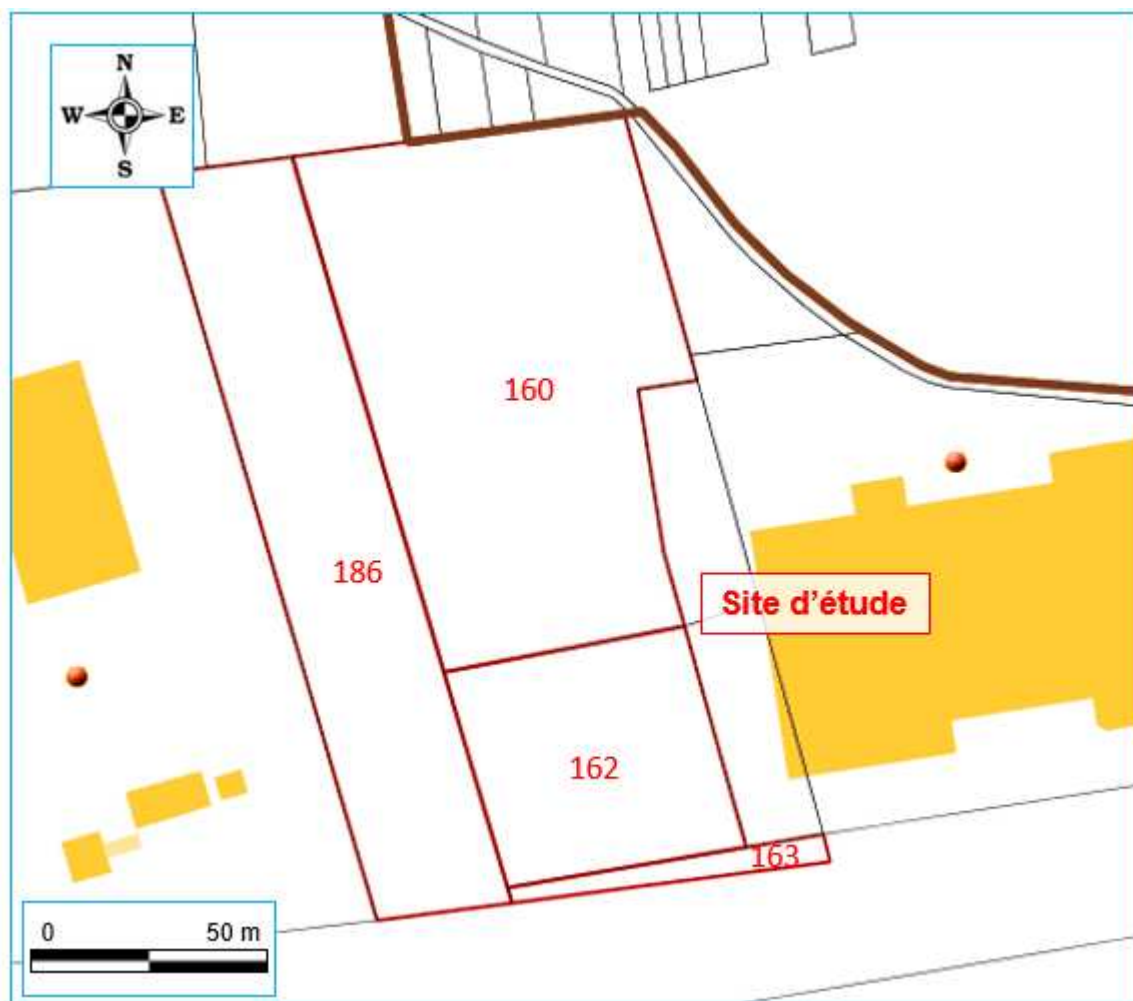


Figure 2 : Plan du cadastre du site (fond de plan du cadastre)

4.2. Contexte géologique

Le contexte géologique a été établi à partir des données issues de la carte géologique de la France au 1/50 000 (feuille de ELBEUF n°123) et de la Banque de données du Sous-sol (BSS) disponible sur Info terre, notamment la succession géologique au droit du sondage n° BSS000JHJFI, localisé à environ 900 m à l'ouest du site à l'étude, à une altitude de +10 m NGF.

Les formations ainsi attendues au droit du site sont, de haut en bas :

Alluvions anciennes de basse terrasse (Fyd)

Matériaux essentiellement formés de galets roulés, de graviers et de sables avec parfois des lentilles de sédiments argileux plus fins. Les alluvions reposent directement sur la craie, très fissurée au sommet.



● **Craies à *Micraster cortestudinarium***

Cette formation est une craie beige fortement altérée pouvant présenter des silex noirs, du sable et des passages marneux.

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
2.00	Fy		Sable moyen avec quelques galets.	Würm	8.00
3.00			Sable moyen légèrement noirâtre.		7.00
6.00			Sable moyen légèrement argileux roussâtre avec quelques galets.		4.00
8.90			Sable moyen beige avec quelques galets.		1.10
11.30	Craie à <i>Micraster cortestudinarium</i>		Craie très disloquée mêlée de sable.	Coniacien	-1.30
13.00			Craie beige fortement altérée à bryozoaires.		-3.00
18.00			Craie blanchâtre à bryozoaires, assez dure, et silex noirs.		-8.00
21.00			Craie calcaire beige à bryozoaires, dure. Rares silex. Traces d'altération.		-11.00
22.00	Craie marneuse		Craie gris beige à bryozoaires, plus tendre. Traces d'altération.	Turonien	-12.00
24.00			Craie mameuse grisâtre à rares traces d'altération.		-14.00
26.00			Craie mameuse grisâtre avec silex noirs et traces d'altération.		-16.00
30.00			Craie mameuse grisâtre sans silex.		-20.00
32.00			Craie grise faiblement indurée.		-22.00
45.00			Craie très mameuse grisâtre avec passée grise plus sombre à 41-44m.		-35.00
46.00			Craie légèrement mameuse grisâtre fortement altérée.		-36.00
50.00			Craie mameuse grise avec quelques silex entre 47 et 48m.		-40.00

Figure 3 : Log stratigraphique du sondage n° BSS000JHJF (Source Infoterre)



4.3. Contexte Hydrogéologique

La nappe susceptible d'être rencontrée au droit du site est la nappe des alluvions et de la craie, qui sont confondues et s'écoulent du sud au nord. La craie, qui possède une porosité de fracture présente une bonne transmissivité. De plus, la nappe présente des réseaux karstiques. Elle est attendu à une altitude proche du niveau du sol, à environ 3 m. Cette nappe est donc vulnérable.

4.4. Usages des eaux souterraines

D'après les données collectées auprès de l'ARS, le site à l'étude n'est pas situé dans un périmètre de protection d'un captage d'Alimentation en Eau Potable (AEP). Les captages AEP les plus proches sont situés sur les communes de Oissel à environ 2,3 km au nord-est, au nord de la Seine, et donc en latéral hydrogéologique du site et Criquebeuf-sur-Seine à environ 3 km au sud-est, au sud de la Seine.

Selon la Banque de données du Sous-Sol du BRGM, plusieurs forages et puits sont répertoriés à proximité du site dans un rayon de 800 m (Tableau 1). En aval hydrogéologique théorique, 5 ouvrages sont répertoriés dont 4 avec un usage sensible. Ces ouvrages sont considérés vulnérables.



Tableau 1 : Captages d'eau répertoriés dans la BSS et à proximité du site (rayon de 800 m)

Référence	Commune	Lieu dit	Nature	Prof.	X Lambert 93	Y Lambert 93	Zsol	Etat de l'ouvrage	Utilisation	Prof. Eau (m)	Distance (m)	Orientation par rapport au site	Position hydraulique théorique par rapport au site
01234X0214/111 111	TOURVILLE LA RIVIERE	DANS LA CARRIERE STREF PRES DU BOIS DES COUTURES	PUITS	9,40	559061	6914554	11,00	ACCES,EXPLOITE, MESURE,PAROI-PIERRE,POMPE,PR ELEV.	EAU-INDUSTRIEL LE.	0,00	306,81	Sud	Latéral
01234X0039/111 111	TOURVILLE LA RIVIERE	CARRIERE STREF PRES DU BOIS DES COUTURES	PUITS	31,20	559031	6914544	11,00	ACCES,EXPLOITE, MESURE,PAROI-PIERRE,POMPE,PR ELEV,TUBE-METAL.	EAU-INDUSTRIEL LE.	0,00	327,25	Sud-Ouest	Latéral
01234X0213/111 111	TOURVILLE LA RIVIERE	LA FERME DU GRUCHET	PUITS	6,60	559514	6914910	7,53	ACCES,EXPLOITE, MESURE,PAROI-PIERRE,POMPE.	EAU-INDIVIDUEL LE.	0,00	356,36	Est	Latéral
00998D0101/111 111	TOURVILLE LA RIVIERE	FERME DE LA BERGERIE	PUITS	6,21	558936	6915155	7,97	ACCES,MESURE,P AROI-PIERRE,POMPE,TU BE-METAL.	EAU-INDIVIDUEL LE.	0,00	386,43	Nord-Ouest	Aval
01234X0094/111 111	CLEON	CARRIERES STREF - CEMENTS D'ORIGNY	FORAGE	29,00	558950	6914424	4,50	ACCES,EXPLOITE, MESURE,POMPE,T UBE-METAL.	EAU-INDUSTRIEL LE.	0,00	470,49	Sud-Ouest	Latéral
01234X0268/111 111	TOURVILLE LA RIVIERE	CARRIERE STREFF	FORAGE	20,00	559040	6914384	11,00	ACCES,EXPLOITE, NON-MESURE,PRELEV, TUBE-METAL.	EAU-INDUSTRIEL LE.	0,00	475,45	Sud	Latéral
00998D0102/111 111	CLEON	CHEMIN DU MOULIN A BEDANNE - BUANDERIE	PUITS	0,00	558816	6915196	9,00	ACCES,NON-MESURE,NON-PRELEV,PAROI-PIERRE,POMPE,TU BE-METAL.	EAU-INDIVIDUEL LE.	0,00	495,69	Nord-Ouest	Aval
00998D0104/111 111	CLEON	CHEMIN DU MOULIN	PUITS	5,95	558616	6915187	10,00	ACCES,MESURE,P AROI-PIERRE,SALE,TUB E-METAL.	EAU-INDIVIDUEL LE.	0,00	647,02	Nord-Ouest	Aval
00998D0105/111 111	CLEON	HAMEAU DU MOULIN	PUITS	5,15	558586	6915218	6,47	ACCES,MESURE,P AROI-PIERRE,POMPE,PR ELEV.	EAU-INDIVIDUEL LE.	0,00	688,99	Nord-Ouest	Aval
00998D0106/111 111	CLEON	LA CROIX DES NORMANDS	PUITS	0,00	558547	6915298	7,00	ACCES,NON-VISIBLE,POMPE.	EAU-INDIVIDUEL LE.	0,00	766,63	Nord-Ouest	Aval
01234X0315/PZ3	TOURVILLE LA RIVIERE	FOSSE MARMITAIN E	FORAGE	41,00	559470	6914104	30,00	ACCES,MESURE,P RELEV,CREPINE.	0	0,00	799,85	Nord	Latéral

- Ouvrages d'eau à usage sensible
- Ouvrages d'eau à usage non sensible
- Ouvrages d'eau à usage non renseigné (N.R), potentiellement sensibles



4.5. Rappel des investigations réalisées au droit du site

Le site d'étude a fait l'objet de plusieurs études environnementales entre 2020 et 2022.

● Synthèse du rapport INFOS de SOCOTEC ENVIRONNEMENT - rapport EL7PA/20/003 du 06/01/2020

La zone du site d'étude a été exploitée par une carrière de sables et graviers de 1947 et jusqu'en 1978. D'après les données consultées aux archives départementales, à partir de 1970 le site est utilisé comme décharge d'ordures ménagères par la société Normandie Propreté. La surface concernée est de 5 ha sur une profondeur de 4 à 6 m, soit une zone plus vaste que le site de l'étude.

En 1974, un arrêté met en cause l'exploitation de la décharge en raison de son utilisation comme décharge de déchets industriels, déchets non prévus dans la demande initiale. Le site est alors sommé de cesser les dépôts de ces déchets. Le remblaiement de la zone par des déchets se poursuit jusqu'en 1979 au moins, date à laquelle la société Normandie Propreté demande l'autorisation de terminer le remblaiement par de la terre et des cailloux.

Le site est un terrain sans bâtiment et sans activité mais son sous-sol a accueilli tous genre de déchets (remblais, métaux, huiles, hydrocarbures, plastiques, bois, papiers, matières organiques, pneus, ciments...).

L'ensemble du site est donc considéré par SOCOTEC comme une source potentielle de pollution au regard des dépôts divers lors de son utilisation comme décharge.

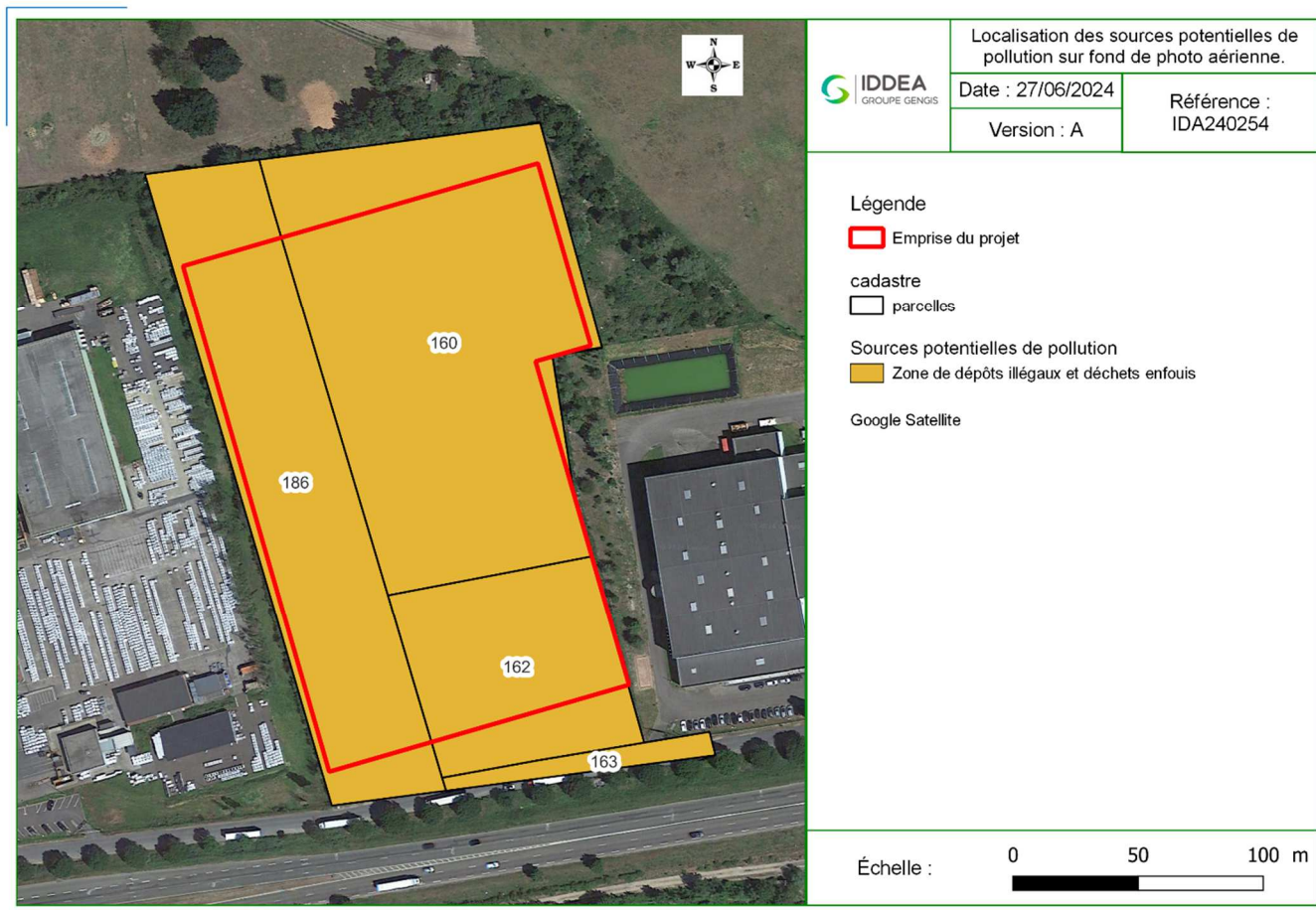


Figure 4 : Localisation des sources de pollution potentielles mises en évidence dans la mission INFOS de la société SOCOTEC ENVIRONNEMENT

● Synthèse des rapports DIAG de SOCOTEC ENVIRONNEMENT - rapport EL7P3/21/249 du 10/10/2021, rapport EL7P3/22 du 10/03/2022 et rapport A1482/22/157 du 25/11/2022

Deux rapports de DIAG (rapport EL7P3/21/249 du 10/10/2021 et rapport A1482/22/157 du 25/11/2022) concernent les parcelles 160, 162 et 163 de la section BD de la ville de Tourville-la-Rivière. Le troisième rapport, A1482/22/157 du 25/11/2022, concerne la parcelle 186 de la section BD. Ces trois rapports portent sur des investigations des sols et des gaz des sols.

Une cartographie de l'ensemble des sondages sols et gaz des sols a été réalisée sur les parcelles cadastrales 160, 162, 163 et 186. Aucune superposition avec le plan projet n'est réalisée, celui-ci ne nous ayant pas été fourni à l'échelle.

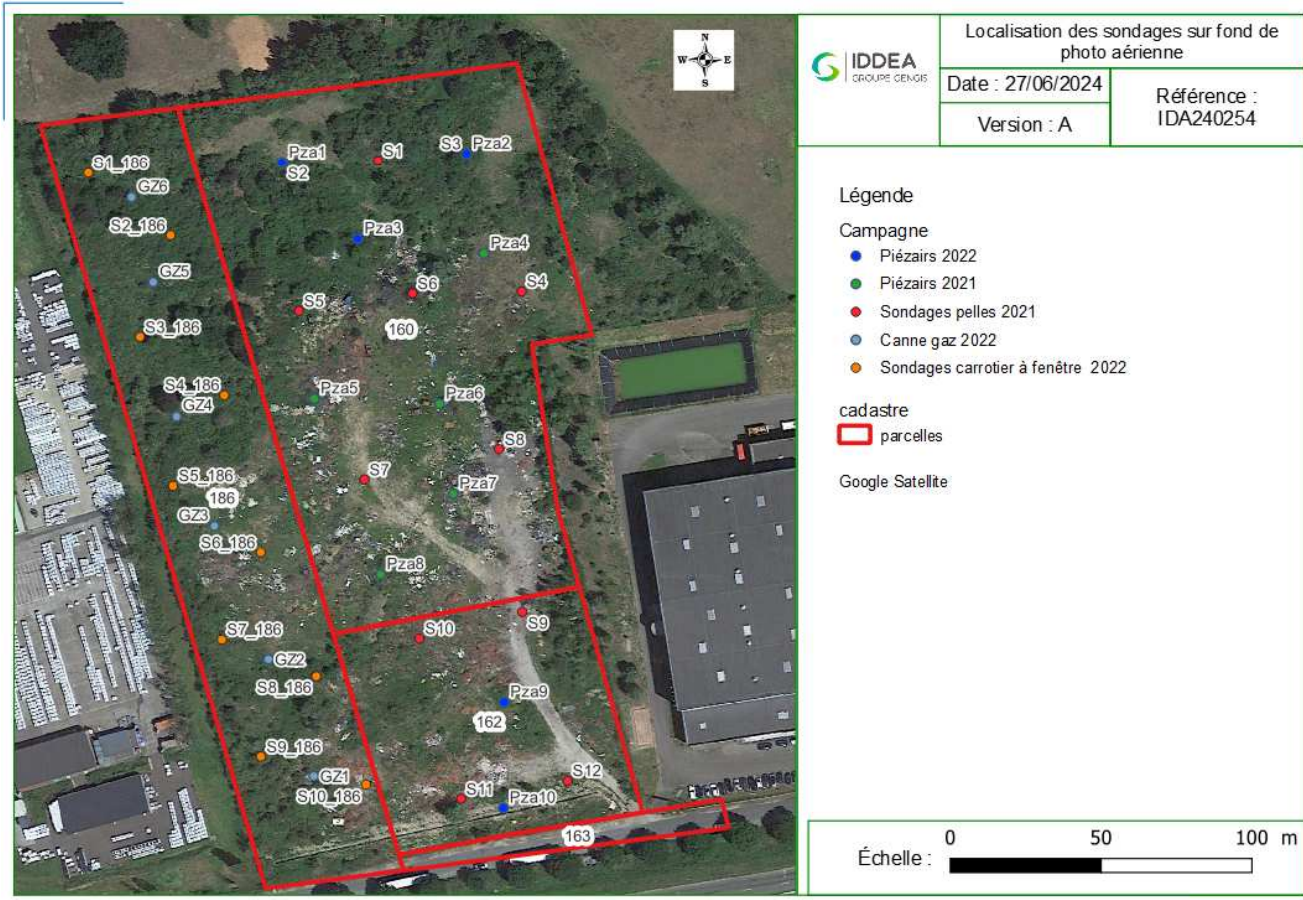


Figure 5 : Représentation de l'ensemble des sondages sols et gaz des sols mené par la société SOCOTEC ENVIRONNEMENT

12 sondages sols d'un à deux mètres de profondeur à la pelle mécanique sont présentés dans le rapport EL7P3/21/249 du 10/10/2021. Pour la parcelle 186, 10 sondages sols d'un à deux mètres au carottier à fenêtre sont présentés dans le rapport A1482/22/157 du 25/11/2022.

La compilation des données sol met en avant des contaminations en éléments traces métalliques (ETM), hydrocarbures, hydrocarbures aromatiques polycycliques et PCB sur la quasi-totalité des sondages réalisés. On retrouve également la présence de BTEX sur une partie (45 %) des sondages. Le tableau ci-après récapitule les données disponibles sur les sols issus des rapports précités.



Tableau 2 : Synthèse des données sol

		Campagne		Sol		
ELEMENTS METALLIQUES ET METALLOIDES						
Paramètre mesuré	Unité	Valeur max	Sondage valeur max	Valeur min	Sondage valeur min	Pourcentage de sondages au dessus du seuil d'anomalie naturelles modérés (%)
Arsenic (As)	mg/kg MS	817	S2 (0-1)	1,83	S9 (0-1)	20
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	10,4	S5_186 (1-2)	<0,40	S2_186 (0-1)	70
Chrome (Cr)	mg/kg MS	269	S3_186 (0-1)	6,13	S9 (0-1)	10
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	13300	S5_186 (1-2)	6,47	S10 (0-1)	86
Mercur (Hg)	mg/kg MS	8,81	S2 (0-1)	Non quantifié	S9 (0-1), S10 (0-1)	60
Nickel (Ni)	mg/kg MS	247	S4_186 (0-1)	5,56	S9 (0-1)	33
Plomb (Pb)	mg/kg MS	2560	S2 (0-1)	19,3	S9 (0-1)	80
Zinc (Zn)	mg/kg MS	2420	S6_186 (1-2)	53,5	S10 (0-1)	90
Paramètre mesuré	Unité	Valeur max	Sondage valeur max	Valeur min	Sondage valeur min	Proportion d'échantillons avec quantification (%)
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (CAV - BTEX)						
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	15,2	S3_186 (0-1)	<0,05	S1_186, S2_186, S6_186 (0-1), S8_186 (0-1), S9_186 (0-1), S (0-1), S2, S4 (0-1), S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 (0-1)	45
HYDROCARBURES						
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	9650	S9_186 (1-2)	9650	S9_186 (1-2)	100
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)						
Somme des HAP	mg/kg MS	360	S4_186 (0-1)	360	S4_186 (0-1)	100
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)						
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	8,67	S5_186 (1-2)	<0,01	S10_186 (0-1), S2, S3 (0-1), S6, S7 (0-1), S8, S9	80

Pour la parcelle 186, 6 cannes gaz à un mètre de profondeur sont réalisés dans le DIAG du rapport A1482/22/157 du 25/11/2022. Pour les parcelles 160, 162 et 163, les rapports EL7P3/21/249 du 10/10/2021, et EL7P3/22 du 10/03/2022 représentent deux campagnes d'échantillonnages de piézairs entre 1,3 et 1,9 mètres de profondeur. La première campagne présente des résultats de 10 piézairs et la seconde, dû à la présence d'eau, présente les analyses de 5 piézairs.

La compilation de ces données met en avant une quantification des CAV-BTEX, COHV et hydrocarbures volatils sur l'ensemble des points échantillonnés.

Tableau 3 : Synthèse des données gaz des sols

		Campagne	Gaz des sols	
Paramètre mesuré	Unité	Valeur maximum	Piézaire valeur max	Pourcentage d'échantillon avec quantification (%)
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (CAV - BTEX)				
Somme des CAV-BTEX	mg/m³	33,03	Pza4	84
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS (COHV)				
Somme des COHV	mg/m³	0,095	Pza2	62
HYDROCARBURES				
Total Aromatiques	mg/m³	49,3	Pza4	80
Total Aliphatiques	mg/m³	996,20	Pza4	80

Les rapports de DIAG mettent en avant une pollution sur l'ensemble du site sur une profondeur de plusieurs mètres. Les valeurs retrouvées dans les gaz des sols ne semblent pas cohérentes avec les valeurs trouvées dans les sols et témoignent donc probablement de contaminations plus profondes. De plus 4 piézairs, à savoir Pza4, Pza5, Pza6 et Pza8, montrent la présence potentielle d'atmosphères explosives.

Ces rapports préconisent alors la mise en place de couvertures pérennes sur l'ensemble du site, pour éliminer tout risque d'envol de poussières et de contact avec les terres avec une mise en place d'un minimum de 30 cm de terre saine ou d'un enrobé ou d'une dalle béton.

Enfin, la société SOCOTEC ENVIRONNEMENT préconise de n'aménager aucun potager, jardin ou verger au droit du site, sans avoir au préalable réalisé une étude sanitaire qui confirmerait l'absence de risque pour un tel usage, de mettre en place des canalisations d'eau potable en fonte, afin d'éviter tout transfert de contamination vers les eaux potables, ou au sein d'un remblai d'apport propre, voire dans des caniveaux techniques béton et de ne construire aucun bâtiment sur le site d'étude sans vide sanitaire ventilé dont la ventilation serait asservie à des détecteurs de COV et un explosimètre.

Ces recommandations, émises dans le rapport EL7P3/21/249 du 01/10/2021, sont réitérées dans les deux rapports postérieurs.



Le projet d'aménagement prévoit la construction de bureaux (~200 m²) de type Algeco et d'un atelier (600 m²) sur la partie sud-ouest du site. 4 points de mesures, GZ1, GZ2, S9_186 et S10_186, se situe au droit ou à proximité de la zone prévue pour les bâtiments.

Gaz des sols	GZ1	GZ2
HYDROCARBURES	Jusqu'à 300 fois le seuil de quantification	Jusqu'à 500 fois le seuil de quantification
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (CAV - BTEX)	Jusqu'à 5 fois le seuil de quantification	Jusqu'à 5 fois le seuil de quantification
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS (COHV)	-	Jusqu'à 10 fois le seuil de quantification
Sols	S9_186	S10_186
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)	Jusqu'à 0,88 mg/kg MS	Jusqu'à 0,13 mg/kg MS
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (CAV - BTEX)	Jusqu'à 2,98 mg/kg MS	Jusqu'à 0,07 mg/kg MS
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)	Jusqu'à 19 mg/kg MS	Jusqu'à 17 mg/kg MS
HYDROCARBURES	Jusqu'à 9650 mg/kg MS	Jusqu'à 3040 mg/kg MS
ELEMENTS METALLIQUES ET METALLOIDES	Jusqu'à 10 fois la valeur seuil	Jusqu'à 10 fois la valeur seuil

Figure 6 : Synthèse des données au droit et à proximité du futur bâtiment

Pour finir, les rapports de SOCOTEC ENVIRONNEMENT ne présentent aucune information sur les eaux souterraines et aucun piézomètre n'a été mis en place. Au regard de la profondeur de la nappe un risque de migration des contaminations vers les eaux souterraines existe et doit être vérifié.

5. Identification des dangers

5.1. Description du projet d'aménagement

Le projet d'aménagement prévoit la réalisation d'un parking avec un bâtiment de plain-pied de 600 m² à usage tertiaire (atelier) et de bureaux de type Algeco sur une surface d'environ 200 m². La figure ci-dessous schématise l'aménagement envisagé.

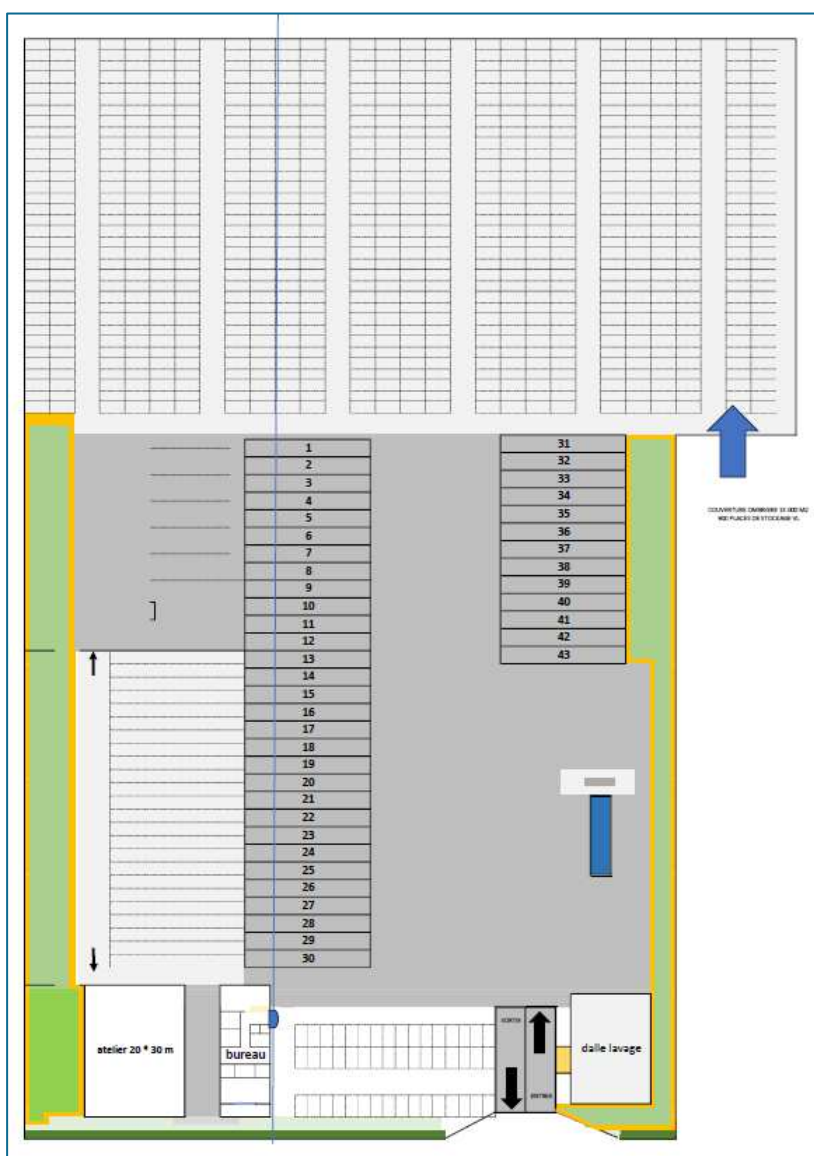


Figure 7 : Schéma de l'aménagement envisagé au droit du site d'étude (sans échelle)

5.2. Schéma conceptuel d'exposition

Une étude de risque sanitaire n'est pertinente que lorsqu'une source¹ est mise en contact avec des populations cibles² via un vecteur. L'Annexe 3 présente des définitions de termes relatifs à l'évaluation des risques sanitaires et l'Annexe 4, la méthodologie propre aux EQRS et aux ARR.

La Figure 8 schématise les voies d'exposition à envisager au droit du site (schéma conceptuel).

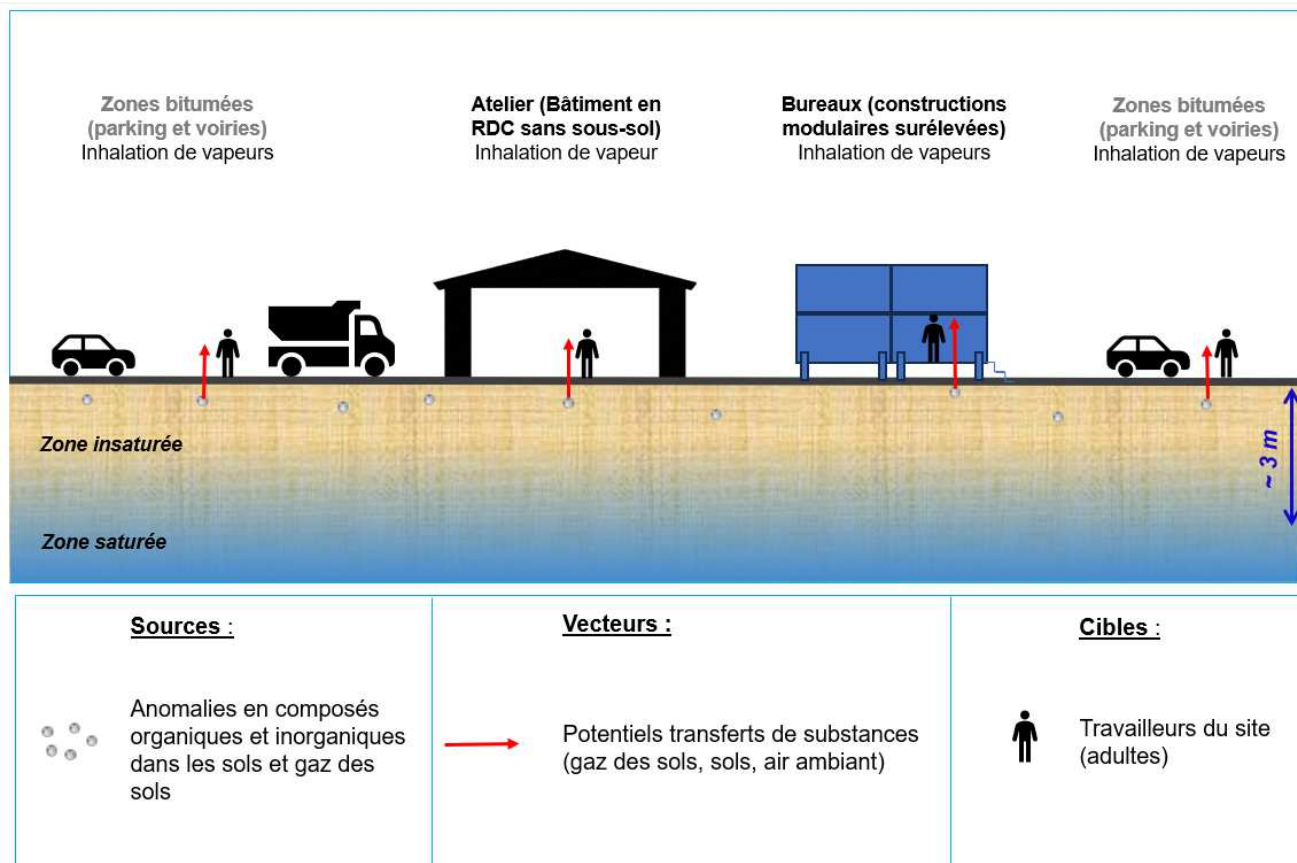


Figure 8 : Schéma conceptuel d'exposition

Dans le cadre du projet, les aménagements suivants sont envisagés :

- Recouvrement complet des sols par des parkings et voirie ;
- Bâtiment à usage tertiaire (atelier) sans sous-sol ni vide sanitaire de 600 m² ;
- Algécos surélevés à usage de bureaux d'environ 200 m².

¹ Présence de substances dans les sols et/ou les eaux souterraines en des teneurs supérieures aux valeurs de gestion réglementaires ou ne disposant pas de valeur de gestion réglementaire

² Usagers d'un site



Dans la mesure où le futur atelier est destiné à accueillir des poids lourds, la mise en place d'un vide sanitaire n'a pas été retenue dans le schéma conceptuel de ce projet. Si le projet devait évoluer ou si les études géotechniques montraient la possibilité de mettre en place ce vide sanitaire, la présente étude serait à reprendre.

Le Tableau 4 ci-après présente les différentes voies d'exposition envisageables en regard des sources mises en évidence et la justification du choix final des voies d'exposition résiduelles au droit de chaque aménagement.



Tableau 4 : Justification du choix des voies d'exposition résiduelles

Source	Vecteur	Cibles	Voies d'exposition potentielle	Retenu / non retenu pour l'étude
Anomalies en composés organiques et inorganiques dans les sols et les gaz des sols	Air du sol puis air ambiant	Travailleurs du site (adultes)	Inhalation de vapeurs	Retenue
	Porté main-bouche		Ingestion de sol	Non retenues car les sols sont recouverts par du bitume
	Vent		Inhalation de poussières de sol	
	-		Contact cutané avec le sol	Non retenu <i>Selon la circulaire du 31 octobre 2014³, la voie d'exposition par contact cutané ne peut pas être étudiée, faute de VTR adaptée à cette voie d'exposition.</i>
	Eaux météoriques lixiviant les sols vers la nappe superficielle		Ingestion d'eau Ingestion de végétaux arrosés avec l'eau de la nappe superficielle	Non retenues en l'absence d'usage de ce type au droit du site
	Eaux météoriques lixiviant les sols vers la nappe superficielle puis air du sol puis air ambiant		Inhalation de vapeurs	Retenu au travers de la prise en compte des données de qualité des gaz des sols (absence de données concernant la qualité de la nappe au droit du site)

³ Circulaire n° 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 de risque sanitaire dans le cadre des études d'impact



Les voies d'exposition retenues pour cette étude sont donc :

- A : l'inhalation de vapeurs de substances volatiles par des adultes travailleurs dans l'atelier (bâtiment de plain-pied) ;
- B : l'inhalation de vapeurs de substances volatiles par des adultes travailleurs dans des algécos ;
- C : l'inhalation de vapeurs de substances volatiles par des adultes travailleurs en extérieur sur des zones bitumées.

Le cumul des voies d'exposition A+B+C a été étudié et pris en compte pour établir les conclusions de l'étude.

5.3. Caractérisation des sources et du milieu d'exposition des futurs usagers

5.3.1. METHODOLOGIE DE PRISE EN COMPTE DES CONCENTRATIONS ET LIMITES DE QUANTIFICATION

Lorsqu'une substance n'est détectée dans aucun des deux milieux simultanément (les sols et les gaz des sols), celle-ci est considérée **absente**.

Toute concentration supérieure à la limite de quantification analytique est retenue.

Compte tenu des voies d'exposition retenues, seules les substances **volatiles** pour lesquelles des données toxicologiques étaient disponibles ont été retenues.

Pour une même substance présente dans plusieurs milieux (c'est-à-dire les sols et les gaz des sols), seul le niveau de risque lié au milieu induisant le niveau de risque le plus important sera conservé dans le résultat final (préconisation INERIS).

La méthodologie nationale recommande l'exploitation de données sur la qualité des milieux au plus proche des personnes afin de s'affranchir d'étapes de modélisations à partir des sols et/ou eaux souterraines introduisant des incertitudes de calcul. Aussi, l'utilisation des analyses de gaz des sols et d'air ambiant apparaît naturellement comme plus appropriée que la prise en compte des données sur les sols et les eaux souterraines. Toutefois, compte tenu de la sensibilité des analyses de gaz à de multiples paramètres (température, pression atmosphérique, vents, hygrométrie, chauffage), la représentativité des analyses de gaz doit être assurée par un certain nombre de critères parmi lesquels (liste non exhaustive) :

- Un nombre de campagnes minimal de 2, à deux périodes climatiques différentes (été/hiver, bâtiment chauffé/non chauffé) et avec des résultats convergents ;
- Un positionnement des piézaires au droit des zones où sont retrouvées les concentrations sols et/ou eaux souterraines, résiduelles après travaux le cas échéant, maximales en composés volatils.



Une sous-estimation des niveaux de risque sanitaire peut ainsi découler de l'exploitation exclusive des données sur les gaz. IDDEA s'est donc attaché à sélectionner les données les plus réalistes et raisonnablement conservatoires pour effectuer les calculs. Ainsi il a été pris en compte dans les calculs, pour une même substance recherchée dans les sols et les gaz des sols, le maxima des concentrations modélisées à partir de chacun des deux milieux.

5.3.2. CHOIX DES CONCENTRATIONS RETENUES POUR LES CALCULS

Les calculs de risques ont été réalisés avec les concentrations suivantes :

- Pour l'**inhalation de vapeur au droit de l'atelier (bâtiment de plain-pied)**, les **concentrations maximales** relevées dans les sols et les gaz du sol, quelle que soit la profondeur d'échantillonnage. Le choix des maxima s'explique par le fait que le bâtiment pourrait être situé sur une zone éventuellement impactée à hauteur de ces maxima ;
- Pour l'**inhalation de vapeur au droit des algécos (bureaux) et des zones bitumées (parking et voirie)**, les **concentrations moyennes** relevées dans les sols et les gaz du sol, quelle que soit la profondeur d'échantillonnage, considérant que la circulation de l'air sous les algécos est suffisante (hauteur minimale de 50 cm) et que l'extérieur constitue un volume d'homogénéisation des vapeurs.

SPECIFICITES

Mercure : Les analyses en mercure réalisées dans les sols quantifient le mercure total et pas uniquement sa fraction volatile. Seule la concentration en mercure volatil doit donc être retenue dans les calculs. Un pourcentage de 5 % de mercure volatil a été considéré sur la teneur mesurée dans les sols, conformément aux données bibliographiques sur le sujet⁴.

TPH : La nature aliphatique ou aromatique des hydrocarbures n'étant pas connue, les deux hypothèses ont été testées et le choix le plus conservatoire, retenu dans le calcul final.

L'Annexe 2 présente les résultats d'analyses exploités dans le cadre de la présente étude ainsi que celles retenues dans les calculs pour chacun des scénarios envisagés. Les valeurs en gras correspondent à celles utilisées dans les calculs de risque.

L'Annexe 5 présente les principales incertitudes liées à ces étapes de choix des substances et concentrations.

⁴ Mercury Study Report to Congress. Vol III : Fate and transport of mercury in the environment », US-EPA



6. Relations Dose Réponse

L'Annexe 6 présente les différents types d'effets étudiés dans le cadre de la présente étude : il s'agit des **effets dits « à seuil »** (apparition d'un effet sur la santé à partir d'une certaine dose d'exposition) et **« sans seuil »** (le risque de survenue d'un effet sanitaire existe dès la première exposition mais sa probabilité d'apparition augmente avec la dose d'exposition).

Les calculs de risque ont été effectués selon les recommandations de la Note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/2014 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.

La méthodologie de sélection des VTR est donc la suivante :

- Les VTR préconisées par l'ANSES sont retenues préférentiellement ;
- A défaut de VTR proposée par l'ANSES, les VTR issues d'une expertise nationale sont retenues, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente ;
- En l'absence de recommandation émanant de l'ANSES ou d'une expertise nationale récente, la VTR retenue sera :
 - ▶ La plus récente parmi les trois bases de données suivantes : US EPA ou ATSDR ou OMS ;
 - ▶ À défaut de VTR dans les bases de données précédentes, la plus récente parmi les bases de données suivantes : Santé Canada, RIVM, OEHA ou EFSA.

Les valeurs suivantes ne peuvent pas être utilisées pour la quantification du risque : Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (VLEP), valeur guide de qualité des milieux, valeur seuil de toxicité aiguë française ou toute valeur accidentelle internationale, VTR sous forme d'avant-projet (draft) ou de document provisoire.

L'Annexe 7 présente les VTR disponibles auprès des différentes bases de données ainsi que les VTR sélectionnées.

REMARQUE

Le document « Bilan des choix de VTR disponibles sur le portail des substances chimiques de l'INERIS – Mise à jour fin 2022 » fait la synthèse des choix de VTR figurant dans les fiches toxicologiques de l'INERIS à fin 2022. Or, ces choix de VTR découlent d'une expertise puis d'une validation du choix de la VTR datant parfois de plusieurs années. Ceci implique que ce document émet des recommandations de choix de VTR sans tenir compte des VTR émises entre la validation de l'expertise ayant fait le choix de la VTR et fin 2022. Lorsqu'une VTR a été émise entre la date de l'expertise et la date d'actualisation des choix de VTR par l'INERIS, soit fin 2022, IDDEA s'est basé sur la date de l'expertise (et non de celle de sa validation) pour comparaison à la date de parution des autres VTR.



7. Estimation des expositions

7.1. Paramètres d'entrée et modèles de transfert

Différents paramètres d'entrée sont nécessaires à l'estimation des concentrations en substances dans l'air ambiant :

- Paramètres liés aux aménagements ;
- Paramètres liés au sol traversé par les vapeurs ;
- Paramètres physico-chimiques des substances étudiées (Annexe 8) ;
- Paramètres d'exposition des populations.

Ces paramètres, qui ont fait l'objet d'une validation préalable par TRANSPORTS GARDON, sont présentés de façon exhaustive en Annexe 9.

Les tableaux suivants présentent uniquement les fréquences d'exposition, la lithologie (type de sol) et la profondeur des sources retenues en fonction de l'aménagement étudié.

Tableau 5 : Paramètres d'entrée

Paramètres	Valeurs	Références
Paramètres d'exposition – Inhalation de vapeurs		
Fréquence d'exposition dans l'atelier et les bureaux (heure/jour) - Adulte travailleur	8	Méthode de calcul des VCI, INERIS 2001 Usage non sensible
Fréquence d'exposition dans l'atelier et les bureaux (jours/an) - Adulte travailleur	220	
Fréquence d'exposition en extérieur (heure/jour) - Adulte travailleur	1	Hypothèse classique pour un usage industriel
Fréquence d'exposition en extérieur (jours/an) - Adulte travailleur	220	
Durée d'exposition / effets à seuil - Adulte travailleur (ans)	42	Méthode de calcul des VCI, INERIS 2001 Usage non sensible
Durée d'exposition / effets sans seuil - Adulte travailleur (ans)	70	
Paramètres liés au sol		
Type de sol retenu	Limons sableux	Issus des fiches de prélèvements de sols de SOCOTEC
Profondeur de source		
Profondeur de la source sol (m)	0,1	Source supposée affleurante sous les aménagements
Profondeur de la source gaz du sol (m)	0,1	Source supposée affleurante sous les aménagements

L'Annexe 10 détaille les équations mathématiques utilisées par les modèles de transfert mis en œuvre.



Aucun modèle de transfert ne permet de simuler les concentrations en substances volatiles dans l'air ambiant de futurs algécos. Il a été considéré que la qualité de l'air intérieure serait majoritairement influencée par la qualité de l'air extérieur dès lors qu'une circulation d'air suffisante, sous-jacente aux algécos, pouvait se faire. Ainsi, le modèle RBCA a été utilisé à la fois pour simuler l'exposition en extérieur sur les parkings mais également dans les futurs algécos. Dans le cas des algécos, la hauteur de la zone de mélange a été adaptée pour tenir compte de la hauteur entre la surface du sol et le plafond des algécos, soit environ 3 m.

7.2. Calcul des concentrations inhalées (CI)

Les concentrations mesurées et/ou modélisées dans les différents milieux d'exposition sont utilisées pour évaluer la dose de substance absorbée par l'Homme. On parle de « Concentration inhalée » (CI) pour une exposition par inhalation de vapeurs.

L'Annexe 11 détaille le mode de calcul des CI.

L'Annexe 12 présente les calculs des CI pour chaque substance, chaque milieu source, chaque aménagement et chaque type d'effet.

7.3. Comparaison des concentrations modélisées dans l'air ambiant intérieur aux seuils R1⁵

Les concentrations en Mercure ($3,2\text{E-}05 \text{ mg/m}^3$) et Benzène ($4,8\text{E-}03 \text{ mg/m}^3$), modélisées dans l'air ambiant à partir de la qualité de la donnée de qualité des sols, dépassent le seuil R1 pour l'inhalation de vapeur au droit de l'atelier (bâtiment de plain-pied).

La teneur maximale en Mercure dans les sols ($8,81 \text{ mg/kg MS}$) est mise en évidence en S2(0-1). La teneur maximale en Benzène dans les sols ($0,17 \text{ mg/kg MS}$) est mise en évidence en S4(1-2) et la teneur maximale dans les gaz des sols ($31\,776 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) est mise en évidence au droit de Pza4. A noter que la fraction aromatique C6-C7 assimilée au Benzène a été retenue pour ce composé car plus conservatoire.

⁵ Les seuils R1, R2 et R3 sont des référentiels définis dans le cadre de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017.



8. Caractérisation des risques sanitaires

8.1. Mode de calcul

Le Quotient de Danger (QD), qui traduit les effets à seuil, se calcule de la façon suivante :

$$QD = CI / RfC$$

Avec :

QD	Quotient de Danger (sans unité)
CI	Concentration moyenne inhalée (mg/m ³)
RfC	Valeur Toxicologique de Référence pour les effets à seuil par inhalation (mg/m ³)

L'excès de risque individuel, qui traduit les effets sans seuil, se calcule de la façon suivante :

$$ERI = CI$$

Avec :

ERI	Excès de Risque Individuel (sans unité)
CI	Concentration moyenne inhalée (mg/m ³)
ERU	Valeur Toxicologique de Référence pour les effets sans seuil par inhalation ((mg/m ³) ⁻¹)

Un QD est ainsi calculé pour chaque substance retenue dans le calcul. Il est attribué à un ou plusieurs organes cibles ou effet critique selon la VTR retenue (les organes cibles ou effets critiques correspondent à l'effet étudié dans le cadre des études toxicologiques à l'origine des VTR retenues pour effectuer les calculs de risque. Pour un même organe cible ou effet critique, les QD sont ensuite sommés.

Les ERI sont tous sommés entre eux sans distinction d'effet.

A noter qu'il ne faut pas s'attacher aux valeurs calculées en tant que telles lorsque celles-ci dépassent les valeurs de référence dans le sens où le risque sanitaire potentiellement encouru n'augmente pas linéairement avec les QD calculés et où les ERI ne traduisent qu'une probabilité d'apparition d'effet.



8.2. Résultats

Le Tableau 6 et le Tableau 7, ci-après, présentent les QD adulte et enfant et ERI adulte + enfant, calculés pour une exposition par inhalation de vapeurs au droit des différents aménagements à partir des données sur les sols et gaz des sols.

L'Annexe 12 présente les calculs de risque détaillés par substance et par type d'aménagement, l'Annexe 13 la somme des Quotients de Danger (QD) par organe cible et l'Annexe 14 les calculs de risque cumulés.



Tableau 6 : Niveaux de risque par voie d'exposition

Paramètres		Substances contributrices majoritaires et milieu d'origine (1)	Atelier Adulte travailleur	Bureaux (algécos) Adulte travailleur	Voiries et parking Adulte travailleur
QD	Appareil respiratoire		1,0E-03	1,5E-04	1,3E-05
	Audition		2,8E-03	5,5E-04	1,1E-05
	Cancérogénèse rénale		4,9E-06	1,4E-06	8,1E-08
	Coordination motrice	Xylènes (sol)	1,0E-01	1,9E-02	5,4E-04
	Développement		2,7E-05	3,7E-06	2,5E-07
	Foie		4,0E-03	1,1E-03	2,8E-05
	Organe cible indéterminé ou multiple		1,2E-03	3,1E-04	1,5E-05
	Poids (variations)	Hydrocarbures C>10-C12 assimilés aux aromatiques	1,4E-01	3,8E-02	4,8E-03
	Reins		1,6E-04	3,5E-05	4,8E-06
	Sang		4,0E-03	1,1E-03	2,8E-05
	Système immunitaire		9,6E-02	2,3E-02	2,0E-03
	Système nerveux		2,1E-01	1,8E-02	8,9E-04
ERI	Somme	Benzène (sol et gaz des sols) Ethylbenzène (sol)	2,2E-05	4,9E-06	3,5E-07

NC : concerné

Valeur en gras : niveau de risque majoritairement influencé par les substances listées dans le tableau

(1) Seules les substances à l'origine, à elles-seules, d'un QD > 0,1 ou d'un ERI > 10⁻⁶ sont présentées.



Tableau 7 : Résultats des calculs de risque et comparaison aux valeurs de référence pour le cumul des scénarios

Paramètres		Cumul A+C	Cumul B+C	Valeur de référence
		Adulte	Adulte	
QD	Appareil respiratoire	1,0E-03	1,6E-04	1
	Audition	2,8E-03	5,7E-04	1
	Cancérogénèse rénale	5,0E-06	1,4E-06	1
	Coordination motrice	1,0E-01	2,0E-02	1
	Développement	2,7E-05	4,0E-06	1
	Foie	4,0E-03	1,1E-03	1
	Organe cible indéterminé ou multiple	1,2E-03	3,3E-04	1
	Poids (variations)	1,5E-01	4,3E-02	1
	Reins	1,7E-04	4,0E-05	1
	Sang	4,0E-03	1,1E-03	1
	Système immunitaire	9,8E-02	2,5E-02	1
	Système nerveux	2,2E-01	1,9E-02	1
ERI	Somme	2,2E-05	5,2E-06	1,0E-05

Au regard des valeurs de référence fixées par la méthodologie d'avril 2017, les niveaux de risque calculés pour l'inhalation de vapeurs au droit de l'atelier (bâtiment de plain-pied) ne sont pas acceptables. Le paragraphe 8.3 ci-après présente des alternatives permettant de rendre compatible le projet avec la qualité des milieux.

Cependant, les niveaux de risques calculés en scénario individuels et en cumul pour l'inhalation de vapeurs au droit des bureaux (construction modulaire surélevée) et des zones bitumées (parkings et voiries) indiquent que la qualité du sous-sol est compatible avec ces aménagements.

Le Benzène dans les sols est responsable des niveaux de risque les plus importants en termes d'effets sans seuil pour l'inhalation de vapeurs en intérieur.

Notons que les conclusions présentées ci avant restent valables pour les hypothèses d'entrée considérées.



8.3. Mesures de gestion proposées

Au regard des niveaux de risques mis en évidence au droit du futur atelier, deux alternatives de mesures de gestion sont proposées, à savoir :

- Adapter les dispositions constructives du futur bâtiment par un taux de renouvellement d'air de 3 volumes/heure ;
- Substituer les sols sous le bâtiment, et sur 1 mètre en pourtour, sur 30 cm d'épaisseur par des limons, moins perméables que les limons sableux.

La terre végétale (limons) utilisée pour la substitution devra respecter les teneurs présentées ci-dessous.

Tableau 8 : Concentrations à respecter pour la terre végétale d'apport

Composé	Référentiel de qualité pour les terres de substitution	
	Valeur (en mg/kg MS)	Source
Arsenic	25	Fourchette haute sols ordinaires ASPITET
Cadmium	0,45	
Chrome	90	
Cuivre	20	
Mercure	0,1	
Nickel	60	
Plomb	50	
Zinc	100	VASAU 1 (Guide REFUGE, juin 2020)
HCT C10-C40	69,5	
Autres composés organiques	<LQ	
		Absence de référentiel

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs de risque pour chacune de ces propositions.



Tableau 9 : Résultats des calculs de risque pour les adaptations constructives proposées pour le futur atelier

Paramètres		Résultats en cumul avec un taux de renouvellement = 3 vol/h Adulte	Résultats en cumul avec substitution des terres sur 30 cm Adulte	Valeur de référence
QD	Appareil respiratoire	2,9E-04	3,1E-04	1
	Audition	7,5E-04	7,9E-04	1
	Cancérogénèse rénale	1,4E-06	1,5E-06	1
	Coordination motrice	2,7E-02	2,9E-02	1
	Développement	7,5E-06	8,4E-06	1
	Foie	1,1E-03	1,2E-03	1
	Organe cible indéterminé ou multiple	3,2E-04	3,6E-04	1
	Poids (variations)	4,3E-02	4,7E-02	1
	Reins	4,9E-05	5,0E-05	1
	Sang	1,1E-03	1,2E-03	1
	Système immunitaire	2,8E-02	2,7E-02	1
	Système nerveux	5,8E-02	6,4E-02	1
ERI	Somme	6,1E-06	6,2E-06	1,0E-05



9. Etude de sensibilité

9.1. Choix du type de terres à mettre en place sous le bâtiment « Atelier »

Le choix de la lithologie à mettre en place après excavation des terres sur 30 cm en dessous de l'Atelier, dans le cas où cette mesure de gestion serait choisie, influe sur les niveaux de risques.

Le Tableau 10 présente les niveaux de risque en fonction des lithologies choisies, ayant des perméabilités différentes.

Actuellement, les sols en place correspondent à des limons sableux.

Tableau 10 : Résultats des calculs de risque et comparaison du choix de la lithologie pour les terres de recouvrement

Paramètres		Cumul A+B Limos sableux Adulte travailleur	Cumul A+B Limos Adulte travailleur	Valeur de référence
QD	Appareil respiratoire	1,0E-03	3,1E-04	1
	Audition	2,8E-03	7,9E-04	1
	Cancérogénèse rénale	5,0E-06	1,5E-06	1
	Coordination motrice	1,0E-01	2,9E-02	1
	Développement	2,7E-05	8,4E-06	1
	Foie	4,0E-03	1,2E-03	1
	Organe cible indéterminé ou multiple	1,2E-03	3,6E-04	1
	Poids (variations)	1,5E-01	4,7E-02	1
	Reins	1,7E-04	5,0E-05	1
	Sang	4,0E-03	1,2E-03	1
	Système immunitaire	9,8E-02	2,7E-02	1
	Système nerveux	2,2E-01	6,4E-02	1
ERI	Somme	2,2E-05	6,2E-06	1.0E-05

Le type de lithologie a une importance dans le choix des terres de recouvrement en raison de leur différence de perméabilité. La mise en place de limons, ayant une plus faible perméabilité, permettrait d'assurer un niveau de risque acceptable.



9.2. Dispositions constructives du bâtiment

Le taux de ventilation du bâtiment, dans le cas où cette mesure de gestion serait choisie, influe sur les niveaux de risque.

Le Tableau 11 présente les niveaux de risque en fonction du taux de ventilation au droit de l'atelier.

Tableau 11 : Résultats des calculs de risque et choix du taux de renouvellement d'air dans le bâtiment Atelier

Paramètres		Inhalation de vapeur au droit de l'Atelier			Valeur de référence
		Taux = 0,8 volume/h	Taux = 2 volume/h	Taux = 3 volume/h	
QD	Appareil respiratoire	1,0E-03	4,1E-04	2,7E-04	1
	Audition	2,8E-03	1,1E-03	7,4E-04	1
	Cancérogénèse rénale	4,9E-06	2,0E-06	1,3E-06	1
	Coordination motrice	1,0E-01	4,0E-02	2,7E-02	1
	Développement	2,7E-05	1,1E-05	7,2E-06	1
	Foie	4,0E-03	1,6E-03	1,1E-03	1
	Organe cible indéterminé ou multiple	1,2E-03	4,7E-04	3,1E-04	1
	Poids (variations)	1,4E-01	5,7E-02	3,8E-02	1
	Reins	1,6E-04	6,6E-05	4,4E-05	1
	Sang	4,0E-03	1,6E-03	1,1E-03	1
	Système immunitaire	9,6E-02	3,8E-02	2,6E-02	1
	Système nerveux	2,1E-01	8,6E-02	5,7E-02	1
ERI	Somme	2,2E-05	8,7E-06	6,2E-06	1,0E-05

Les niveaux de risque obtenus avec un taux de ventilation égal à 2 volumes/heure ne sont pas satisfaisants car les concentrations restent proches des valeurs de référence. On observe qu'un taux de renouvellement de l'air de 3 volumes/heure permet d'assurer un niveau de risque acceptable.

9.3. Choix des paramètres de la répartition aliphatiques / aromatiques

Le scénario le plus défavorable a été utilisé pour la réalisation des calculs de risques sanitaires pour la répartition aliphatiques et aromatiques des hydrocarbures. Les calculs choisissant la répartition la plus défavorable ont été utilisés. Le Tableau 12 présente ces mêmes calculs avec la répartition inverse entre aliphatiques et aromatiques.



Tableau 12 : Résultats des niveaux de risque avec modification de la répartition entre hydrocarbures aliphatiques et aromatiques

Paramètres		Cumul A+C		Cumul B+C		Valeur de référence
		Répartition conservatoire	Répartition inverse	Répartition conservatoire	Répartition inverse	
QD	Appareil respiratoire	1,0E-03	1,0E-03	1,6E-04	1,6E-04	1
	Audition	2,8E-03	2,8E-03	5,7E-04	5,7E-04	1
	Cancérogénèse rénale	5,0E-06	5,0E-06	1,4E-06	1,4E-06	1
	Coordination motrice	1,0E-01	1,0E-01	2,0E-02	2,0E-02	1
	Développement	2,7E-05	2,7E-05	4,0E-06	4,0E-06	1
	Foie	4,0E-03	3,8E-02	1,1E-03	1,2E-02	1
	Organe cible indéterminé ou multiple	1,2E-03	1,2E-03	3,3E-04	3,3E-04	1
	Poids (variations)	1,5E-01	7,1E-04	4,3E-02	2,0E-04	1
	Reins	1,7E-04	1,7E-04	4,0E-05	4,0E-05	1
	Sang	4,0E-03	3,8E-02	1,1E-03	1,2E-02	1
	Système immunitaire	9,8E-02	9,8E-02	2,5E-02	2,5E-02	1
	Système nerveux	2,2E-01	2,2E-01	1,9E-02	1,9E-02	1
ERI	Somme	2,2E-05	2,2E-05	5,2E-06	5,2E-06	1,0E-05

En faisant varier la répartition entre hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, on observe que les niveaux de risques calculés restent inférieurs aux valeurs de référence. Les conclusions de l'étude n'en sont pas modifiées.



10. Synthèse technique, conclusions et recommandations

Le site d'étude a fait l'objet de plusieurs études environnementales entre 2020 et 2022.

D'après les résultats des analyses réalisées les sols et les gaz des sols, des calculs de risque sanitaire ont été effectués pour une exposition des futurs travailleurs au droit de trois types d'aménagement : un atelier, des bureaux (constructions modulaires) ainsi que des zones bitumées (parking et voirie).

Au regard des valeurs de référence fixées par la méthodologie d'avril 2017, les niveaux de risque calculés indiquent que la qualité du sous-sol :

- Est compatible avec la mise en place de constructions modulaires surélevées d'environ 50 cm au minimum, et permettant la libre circulation de l'air sous ces structures ;
- Nécessite la mise en place de mesures constructives pour le bâtiment destiné à accueillir le futur atelier. Les alternatives suivantes sont proposées :
 - ▶ Soit la substitution des sols sous le bâtiment et sur 1 mètre en pourtour sur 30 cm d'épaisseur par des limons ;
 - ▶ Soit une augmentation du taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment à 3 volumes par heure a minima.

Les concentrations en Mercure ($3,2\text{E-}05 \text{ mg/m}^3$) et Benzène ($4,8\text{E-}03 \text{ mg/m}^3$), modélisés dans l'air ambiant à partir de la qualité de la donnée de qualité des sols, dépassent le seuil R1 pour l'inhalation de vapeur au droit de l'atelier (bâtiment de plain-pied).

Toute modification des aménagements et des données d'entrée utilisées nécessiterait une reprise des calculs présentés ici.

Les remarques et préconisations suivantes sont à prendre en compte :

- Les personnes amenées à travailler sur ce chantier de construction devront veiller à porter les équipements de protection individuelle adaptés aux substances détectées dans le sous-sol et notamment vis-à-vis du risque d'explosion ;
- Une conservation de la mémoire du site doit être effectuée, par exemple via les actes de vente futurs ;
- Mise en place de canalisations pour l'eau potable en PEHD au sein d'un remblai d'apport propre ou dans des caniveaux techniques béton, ou à défaut, pose de canalisations métalliques ou en matériau anti-contaminant, conformément aux usages sur ce type de site ;
- Maintien pérenne du revêtement complet des sols pour prévenir tout contact direct entre les futurs usagers du site et les sols en place.



Annexe 1 : Localisation des investigations





Légende

Campagne

- Piézairs 2022
- Piézairs 2021
- Sondages pelles 2021
- Canne gaz 2022
- Sondages carotier à fenêtre 2022

cadastre

- parcelles

Google Satellite

Échelle : 0 50 100 m



Annexe 2 : Concentrations retenues pour les calculs de risque



Synthèse des données sur les sols

		Campagne Juillet-Août 2021																							
Paramètre mesuré	Unité	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S7		S8		S9		S10		S11		S12	
		0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2	0-1	1-2
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (CAV - BTEX)																									
Benzène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,10	<0,05	0,17	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,07
m- p-Xylène	mg/kg MS	<0,05	0,39	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,34	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,72
o-Xylène	mg/kg MS	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,24	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,81
Toluène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,94
Somme des CAV-BTEX	mg/kg MS	<0,05	0,49	<0,05	<0,05	0,07	0,10	<0,05	0,96	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5,54
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS (COHV)																									
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Chlorure de vinyle	mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05	<0,07
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Bromochlorométhane	mg/kg MS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Dibromométhane	mg/kg MS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1,2-Dibromoéthane	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Bromodorme	mg/kg MS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Bromodichlorométhane	mg/kg MS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Dibromochlorométhane	mg/kg MS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Somme des COHV	mg/kg MS	0,05	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	0,09
ELEMENTS METALLIQUES ET METALLOIDES																									
Arsenic (As)	mg/kg MS	600	288	817	8,02	11,6	8,83	29,7	5,81	3,67	6,51	11,5	4,5	1,83	2,7	4,73	10	6,08	9,39						
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	5,47	7,22	8,69	0,47	3,66	3,05	7,84	1,15	0,87	1,2	3,33	0,42	0,7	0,51	0,73	1,5	0,73	1,39						
Chrome (Cr)	mg/kg MS	22,8	124	24,9	14,4	31,2	26,9	99,4	33,8	8,18	13,3	54,2	10,6	6,13	8,11	19,7	20,5	19,9	54,1						
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	232	1160	368	44,8	187	285	97,2	480	61,2	23,1	17	202	286	120	64,7	56,4	74,3	82,7	192					
Mercure (Hg)	mg/kg MS	4,24	3,75	8,81	0,35	1,99	0,31	3,3	0,18	0,18	0,45	0,66	0,24	n.a	n.a	0,25	0,27	0,57	1,51						
Nickel (Ni)	mg/kg MS	61,6	150	161	11,3	23,9	23,5	64,30	18,6	8,13	10,5	27,2	10,1	5,56	6,83	13,8	15	13,2	23,3						
Plomb (Pb)	mg/kg MS	1110	1010	2560	103	175	231	364	86,8	43,1	55,4	275	46,2	192	19,3	39,4	244	87,5	276						
Zinc (Zn)	mg/kg MS	354	1280	481	140	753	1540	2020	213	99,3	74,7	712	138	1030	53,5	244	311	192	883						
HYDROCARBURES																									
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	179	2300	194	252	452	1400	3700	385	70	77	1100	978	279	33	606	511	718	4350						
Hydrocarbures > C10-C16	mg/kg MS	40,4	90,3	27,4	17,9	45,8	99,7	207	32,6	17,1	17	58,7	129,0	36,6	3,62	47,4	22,6	47,4	236						
Hydrocarbures > C16-C22	mg/kg MS	35,4	500	40,6	62	94,6	311	799	51,9	15,8	19,5	176	99,3	53,3	5	154	84	155	1120						
Hydrocarbures > C22-C30	mg/kg MS	62,2	1300	75,3	102	186	680	1640	154	27	24,5	509	246	90,9	11,7	299	235	334	2560						
Hydrocarbures > C30-C40	mg/kg MS	41,4	400	50,3	67,6	125	306	1050	146	10,2	16	358	304	95,5	12,9	106	169	181	430						
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)																									
Acénaphthène	mg/kg MS	0,076	0,25	0,11	0,16	0,14	0,19	0,64	0,12	<0,05	0,089	0,32	0,13	0,12	<0,05	0,3	0,065	0,11	1,6						
Acénaphthylène	mg/kg MS	0,38	0,17	0,34	0,2	0,1	0,053	0,37	0,1	<0,05	0,08	0,088	<0,05	<0,05	0,059	1,1	0,38	0,19	0,39						
Anthracène	mg/kg MS	0,5	0,39	0,87	0,58	0,39	0,13	0,76	0,22	0,051	0,36	0,21	0,082	0,087	<0,05	1,5	0,95	0,27	1,8						
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	1,6	1,6	2,3	2,1	0,87	0,22	1	0,45	0,13	0,87	0,35	0,19	0,12	0,099	1,9	4,5	0,89	1,2						
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	1,6	1,7	2,5	1,7	0,73	0,22	0,86	0,45	0,091	0,71	0,49	0,24	0,095	0,12	2,1	4,1	1,2	1,1						
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	3	2,3	4,1	2,7	1,5	0,43	1,50	0,79	0,160	1,2	0,66	0,35	0,2	0,19	3,1	7,2	1,	1,7						
Benzo(g,h,i)perylene																									

Synthèse des données sur les gaz des sols

	Campagne Juillet-Août 2021										Campagne Décembre 2021									
	Pza2	Pza3	Pza4	Pza5	Pza6	Pza7	Pza8	Pza9	Pza10	Pza1	Pza2	Pza3	Pza4	Pza5	Pza6	Pza7	Pza8	Pza9	Pza10	
	Paramètre mesuré	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	
	Volume prélevé (m3)																			
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (CAV - BTEX)																				
MTBE	<80,60	<85,50	<79,40	<87,00	<80,00	<84,00	<81,30	<87,70	<78,70	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Benzène	1063,50	33,00	31696,70	22,00	1052,80	5,10	277,50	32,60	43,70	n.d	1375,10	15,20	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	3,20	
Ethylbenzène	80,00	<3,40	759,00	7,90	12,40	<3,40	5,50	<3,50	1929,70	n.d	25,00	8,30	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	851,00	
m-, p- Xylène	98,30	14,20	281,20	<3,50	66,50	<3,40	8,60	<3,50	7396,00	10,00	46,80	37,80	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	5847,70	
o- Xylène	57,70	4,50	105,90	<1,70	10,80	<1,70	3,60	<1,70	1268,10	6,00	25,50	18,80	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	486,20	
Toluène	13,00	10,30	183,80	<7,00	26,70	<6,70	18,80	<7,00	<6,30	8,00	38,20	48,30	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS (COHV)																				
1,2-Dichloroéthane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
1,1,1-Trichloroéthane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	2,00	n.d	140,80	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	2,00	
1,1-Dichloroéthène	3,30	4,90	<1,60	n.d	33,50	<1,70	4,60	<1,80	5,00	n.d	n.d	3,10	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	2,90	
1,1-Dichloroéthylène	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	2,00	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Chlorure de vinyle	3,20	12,90	<1,60	n.d	4,20	<1,70	7,00	<1,80	<1,60	12,90	2,60	2,10	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	1,90	
cis-1,2-Dichloroéthylène	39,20	<1,70	<3,20	n.d	18,90	<1,70	11,90	<1,80	5,90	15,00	27,80	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	4,00	
Dichlorométhane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	5,80	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	8,80	6,50	
Tétrachloroéthylène	2,90	18,20	<1,60	n.d	<1,60	3,70	2,40	<1,80	4,80	3,00	2,30	7,50	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	3,50	
Tétrachlorométhane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
trans-1,2-Dichloroéthylène	10,20	2,90	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	2,00	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Trichloroéthylène	10,50	3,20	<1,60	n.d	4,50	<1,70	7,20	<1,80	4,40	43,00	6,10	3,20	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	2,90	
Trichlorométhane	29,40	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	2,10	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	37,80	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
1,1,2-Trichloroéthane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Bromochlorométhane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Dibromométhane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
1,2-Dibromoéthane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Bromoforme	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Bromodichlorométhane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Dibromodichlorométhane	<1,60	<1,70	<1,60	n.d	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
HYDROCARBURES																				
Indice hydrocarbure C10-C40	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	
Hydrocarbures > C10-C16	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	
Hydrocarbures > C16-C22	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	
Hydrocarbures > C22-C30	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	
Hydrocarbures > C30-C40	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	
Aliphatiques >MeC5-C8	21028	769,00	22580,60	771,60	34130,80	<84,00	45328,80	<87,70	5870,40	175,00	50637,80	406,60	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	3581,10	
Aliphatiques >C9-C8	132935,9	2665,9	481499,1	3549,1	323764	388,2	160319	568,7	10633,3	355	219881,9	1369,4	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	7532,9	
Aliphatiques >C9-C10	5655,8	10901,00	345509,20	276,60	37719,30	<84,00	7316,10	146,80	10969,60	n.d	10655,90	4651,00	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	8291,20	
Aliphatiques >C10-C12	373,8	5297,2	140733,7	<87,00	6331,7	<84,00	903,3	<87,70	2733,1	n.d	757,1	1611,6	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	1407,1	
Aliphatiques >C12-C16	<80,60	99,60	5265,70	<87,00	885,20	<84,00	<81,30	<87,70	<78,70	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Total Aliphatiques	160328,7	19758,1	996204,9	4601,6	402711,3	388,2	214029,9	715,4	30245,7	n.d	50637,80	406,60	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	3,30	
Aromatiques >C6-C7	1063,5	32,90	31775,80	22,30	1060,60	4,90	278,30	32,60	43,80	n.d	1375,10	15,10	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	3,30	
Aromatiques >C7-C8	12,6	10,3	182,8	<7,00	26,5	<6,70	18,6	<7,00	<6,30	8	38,4	48,2	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Aromatiques >C8-C10	910,4	615,70	7156,10	<87,00	501,60	<84,00	90,30	<87,70	5773,50	n.d	447,30	405,80	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	5114,60	
Aromatiques >C10-C12	92,7	1720,3	8380,8	<87,00	91,7	<84,00	<81,30	<87,70	494,6	n.d	144,1	222,1	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	146,6	
Aromatiques >C12-C16	<80,60	281,90	8816,6	<87,00	134,8	<84,00	<81,30	<87,70	<78,70	LQ	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
Total Aromatiques	2078,6	2657,1	49335,9	22,3	1818,2	4,9	387,4	32,6	6309,1				n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)																				
Naphtalène	<1,60	<1,70	56,100	<1,70	<1,60	<1,70	<1,60	<1,80	<1,60	n.d	n.d	n.d	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.d	n.d	

n.d : Non détecté
n.a : Non analysé

INHALATION DE VAPEUR EN INTERIEUR (ATELIER DE PLAIN-PIED)							
Paramètre mesuré	Concentrations maximales dans les sols (mg/kg MS)	Echantillon	Profondeur	Concentrations maximales dans les gaz des sols (µg/m3)	Plézaïr	Campagne	Justification
MTBE	n.a	-	-	<07,70	-	-	Non retenu car non quantifié donc considéré absent
ELEMENTS METALLIQUES ET METALLOIDES							
Arsenic (As)	817	S2	0-1	n.a	-	-	Non retenus car non volatils
Cadmium (Cd)	8.69	S2	0-1	n.a	-	-	
Chrome (Cr)	124	S1	1-2	n.a	-	-	
Cuivre (Cu)	1160	S1	1-2	n.a	-	-	
Mercuré (Hg)	8.81 (0,44)	S2	0-1	n.a	-	-	Retenu car teneur supérieure à valeur ASPITET haute pour un sol ordinaire (0,1 mg/kg MS). D'après la bibliographie, seuls 5% du mercure total sont jugés volatils. La valeur en gras entre parenthèses est donc retenue dans les calculs.
Nickel (Ni)	161	S2	0-1	n.a	-	-	Non retenus car non volatils
Plomb (Pb)	2560	S2	0-1	n.a	-	-	
Zinc (Zn)	2020	S4	1-2	n.a	-	-	
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (CAV - BTEX)							
Benzène	0,17	S4	1-2	31697	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu dans les sols. Dans les gaz des sols, la concentration en HC aromatiques C>6-C7 ci-dessous est retenue car plus conservatoire (et correspond au benzène)
Ethylbenzène	2,07	S12	1-2	1930	Pza10	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
m-, p-Xylène	1,72	S12	1-2	7396	Pza10	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
o-Xylène	0,81	S12	1-2	1268	Pza10	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Toluène	0,94	S12	1-2	184	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Somme des CAV-BTEX	5.54	S12	1-2	-	-	-	Retenus et étudiés via la décomposition par substance
COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS (COHV)							
1,2-Dichloroéthane	<0,05	-	-	<1,80	-	-	Non retenu car non quantifié donc considéré absent
1,1,1-Trichloroéthane	<0,10	-	-	140,8	Pza2	Campagne Décembre 2021	Retenu
1,1-Dichloroéthylène	<0,10	-	-	33,5	Pza6	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
1,1-Dichloroéthylène	<0,10	-	-	2,0	Pza1	Campagne Décembre 2021	Retenu
Chlorure de vinyle	<0,02	-	-	12,9	Pza1	Campagne Décembre 2021	Retenu
cis-1,2-Dichloroéthylène	<0,10	-	-	39,2	Pza2	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Dichlorométhane	<0,09	-	-	8,8	Pza9	Campagne Décembre 2021	Retenu
Tétrachloroéthylène	0,05	S1	0-1	15,2	Pza3	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Tétrachlorométhane	<0,02	-	-	<1,80	-	-	Non retenu car non quantifié donc considéré absent
trans-1,2-Dichloroéthylène	<0,10	-	-	10,2	Pza2	Campagne Juillet-Août 2021	
Trichloroéthylène	0,09	S12	1-2	43,0	Pza1	Campagne Décembre 2021	
Trichlorométhane	<0,10	-	-	37,8	Pza2	Campagne Décembre 2021	Retenu
1,1,2-Trichloroéthane	<0,20	-	-	<1,80	-	-	Non retenus car non quantifiés donc considérés absents
Bromochlorométhane	<0,20	-	-	<1,80	-	-	
Dibromométhane	<0,20	-	-	<1,80	-	-	
1,2-Dibromométhane	<0,05	-	-	<1,80	-	-	
Bromoforme	<0,10	-	-	<1,80	-	-	
Bromodichlorométhane	<0,20	-	-	<1,80	-	-	
Dibromochlorométhane	<0,20	-	-	<1,80	-	-	
Somme des COHV	0,09	S12	1-2	-	-	-	
HYDROCARBURES							
Indice hydrocarbure C10-C40	4350	S12	1-2	n.a	-	-	
Hydrocarbures > C10-C16	236	S12	1-2	n.a	-	-	
Hydrocarbures > C16-C22	1120	S12	1-2	n.a	-	-	
Hydrocarbures > C22-C30	2560	S12	1-2	n.a	-	-	
Hydrocarbures > C30-C40	1050	S4	1-2	n.a	-	-	
Aliphatiques >C5-C6	n.a	n.a	n.a	59638	Pza2	Campagne Décembre 2021	Retenu
Aliphatiques >C6-C8	n.a	n.a	n.a	481489	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Aliphatiques >C8-C10	n.a	n.a	n.a	345509	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Aliphatiques >C10-C12	n.a	n.a	n.a	140734	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Aliphatiques >C12-C16	n.a	n.a	n.a	5266	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Total Aliphatiques	n.a	n.a	n.a	996205	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenus et étudiés via la décomposition par substance
Aromatiques >C6-C7	n.a	n.a	n.a	31776	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu, assimilé au benzène
Aromatiques >C7-C8	n.a	n.a	n.a	183	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Non retenu car correspond au toluène, déjà étudié par ailleurs
Aromatiques >C8-C10	n.a	n.a	n.a	7156	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Aromatiques >C10-C12	n.a	n.a	n.a	8381	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Aromatiques >C12-C16	n.a	n.a	n.a	1811	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Total Aromatiques	n.a	n.a	n.a	49336	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenus et étudiés via la décomposition par substance
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)							
Acénaphthène	1,80	S12	1-2	n.a	-	-	Retenu
Acénaphthylène	1,10	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Anthracène	1,80	S12	1-2	n.a	-	-	Retenu
Benzo(a)anthracène	4,50	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Benzo(a)pyrène	4,10	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Benzo(b)fluoranthène	7,20	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Benzo(g,h,i)perylene	2,70	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Benzo(k)fluoranthène	1,80	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Chrysène	3,80	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Dibenz(a,h)anthracène	0,83	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Fluoranthène	3,80	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Fluorène	2,70	S12	1-2	n.a	-	-	Retenu
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	3,30	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Phénanthrène	6,30	S12	1-2	n.a	-	-	Retenu
Pyène	3,10	S10	1-2	n.a	-	-	Retenu
Naphtalène	0,58	S4	1-2	56,1	Pza4	Campagne Juillet-Août 2021	Retenu
Somme des HAP	39,00	S10	1-2	n.a	-	-	Retenus et étudiés via la décomposition par substance
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)							
PCB n° 28	0,02	S12	1-2	n.a	-	-	Etudiés via la somme des 7 congénères
PCB n° 52	0,29	S4	0-1	n.a	-	-	
PCB n° 101	0,48	S4	0-1	n.a	-	-	
PCB n° 118	0,37	S4	0-1	n.a	-	-	
PCB n° 138	0,88	S4	1-2	n.a	-	-	
PCB n° 153	0,93	S4	1-2	n.a	-	-	
PCB n° 180	0,73	S4	1-2	n.a	-	-	
Somme des 7 PCB	3,50	S4	1-2	n.a	-	-	Retenu
DIOXINES ET FURANES (ng/kg MS)							
2,3,7,8-TCDD	<2,00	-	-	n.a	-	-	Retenus et étudiés à travers de la somme pondérée via facteurs d'équivalents toxiques ci-dessous
1,2,3,7,8-PeCDD	<4,00	-	-	n.a	-	-	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	4	S9	0-1	n.a	-	-	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	8	S9	0-1	n.a	-	-	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	5	S9	0-1	n.a	-	-	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	128	S8	0-1	n.a	-	-	
OCDD	1970	S8	0-1	n.a	-	-	
2,3,7,8-TCDF	46	S9	0-1	n.a	-	-	
1,2,3,7,8-PeCDF	23	S9	0-1	n.a	-	-	
2,3,4,7,8-PeCDF	36	S9	0-1	n.a	-	-	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	30	S9	0-1	n.a	-	-	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	27	S9	0-1	n.a	-	-	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<2,00	-	-	n.a	-	-	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	33	S9	0-1	n.a	-	-	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	109	S9	0-1	n.a	-	-	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	5	S9	0-1	n.a	-	-	
OCDF	60	S8	0-1	n.a	-	-	
I-TEQ (NATO/CCMS) sans LQ	36	S9	0-1	n.a	-	-	
I-TEQ (NATO/CCMS) avec LQ	41	S9	0-1	n.a	-	-	
Dioxines et furanes (OMS 2005 PCDD/F - TEQ) sans LQ	29	S9	0-1	n.a	-	-	
Dioxines et furanes (OMS 2005 PCDD/F - TEQ) avec LQ	35	S9	0-1	n.a	-	-	Non retenus car moins conservatoires que la somme I-TEQ (NATO/CCMS) incluant les LQ ci-dessus

INHALATION DE VAPEUR EN EXTERIEUR SUR ZONES BITUMEES (VOIRIE ET PARKING)			
Paramètre mesuré	Concentrations moyennes dans les sols (mg/kg MS)	Concentrations moyennes dans les gaz des sols (µg/m3)	Justification
MTBE	n.a	<82,69	Non retenu car non quantifié donc considéré absent
ELEMENTS METALLIQUES ET METALLOIDES			
Arsenic (As)	102	n.a	Non retenus car non volatils
Cadmium (Cd)	2,70	n.a	
Chrome (Cr)	33	n.a	
Cuivre (Cu)	206	n.a	
Mercure (Hg)	1,69 (0,08)	n.a	Retenu car teneur supérieure à valeur ASPITET haute pour un sol ordinaire (0,1 mg/kg MS). D'après la bibliographie, seuls 5% du mercure total sont jugés volatils. La valeur en gras entre parenthèses est donc retenue dans les calculs.
Nickel (Ni)	36	n.a	Non retenus car non volatils
Plomb (Pb)	382	n.a	
Zinc (Zn)	582	n.a	
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS (CAV - BTEX)			
Benzène	0,06	2968	Retenu dans les sols. Dans les gaz des sols, la concentration en HC aromatiques C>6-C7 ci-dessous est retenue car plus conservatoire (et correspond au benzène)
Ethylbenzène	0,17	307	
m-, p-Xylène	0,18	1063	
o-Xylène	0,10	153	
Toluène	0,10	31	Retenu
Somme des CAV-BTEX	0,43	-	Retenus et étudiés via la décomposition par substance
COMPOSES ORGANOHALOGENES VOLATILS (COHV)			
1,2-Dichloroéthane	<0,05	<1,65	Non retenu car non quantifié donc considéré absent
1,1,1-Trichloroéthane	<0,10	16	
1,1-Dichloroéthane	<0,10	6	
1,1-Dichloroéthylène	<0,10	2	
Chlorure de vinyle	<0,02	4	Retenu
cis-1,2-Dichloroéthylène	<0,10	12	Retenu
Dichlorométhane	<0,06	3	Retenu
Tétrachloroéthylène	0,05	4	Retenu
Tétrachlorométhane	<0,02	<1,65	Non retenu car non quantifié donc considéré absent
trans-1,2-Dichloroéthylène	<0,10	3	
Trichloroéthylène	0,05	8	
Trichlorométhane	<0,02	9	
1,1,2-Trichloroéthane	<0,20	<1,65	Non retenus car non quantifiés donc considérés absents
Bromochlorométhane	<0,20	<1,65	
Dibromométhane	<0,20	<1,65	
1,2-Dibromoéthane	<0,05	<1,65	
Bromoforme	<0,10	<1,65	
Bromodichlorométhane	<0,20	<1,65	
Dibromochlorométhane	<0,20	<1,65	
Somme des COHV	0,07	-	Retenus et étudiés via la décomposition par substance
HYDROCARBURES			
Indice hydrocarbone C10-C40	977	n.a	Etudié via la décomposition par coupe Retenu et assimilés aux HC C>10-C12 et aux HC C>12-C16 aliphatiques et aromatiques. Le plus conservatoire sera retenu dans le calcul final.
Hydrocarbures > C10-C16	65	n.a	
Hydrocarbures > C16-C22	210	n.a	
Hydrocarbures > C22-C30	485	n.a	
Hydrocarbures > C30-C40	215	n.a	Non retenus car non volatils
Aliphatiques >C5-C6	n.a	14273	
Aliphatiques >C6-C8	n.a	103482	
Aliphatiques >C8-C10	n.a	36842	
Aliphatiques >C10-C12	n.a	13367	Retenu
Aliphatiques >C12-C16	n.a	750	Retenu
Total Aliphatiques	n.a	203220	Retenus et étudiés via la décomposition par substance
Aromatiques >C6-C7	n.a	2976	
Aromatiques >C7-C8	n.a	31,0	
Aromatiques >C8-C10	n.a	1773	
Aromatiques >C10-C12	n.a	969	Retenu
Aromatiques >C12-C16	n.a	303	Retenu
Total Aromatiques	n.a	6961	Retenus et étudiés via la décomposition par substance
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)			
Acénaphthène	0,25	n.a	Retenu
Acénaphthylène	0,23	n.a	Retenu
Anthracène	0,50	n.a	Retenu
Benzo(a)anthracène	1,13	n.a	Retenu
Benzo(a)pyrène	1,11	n.a	Retenu
Benzo(b)fluoranthène	1,83	n.a	Retenu
Benzo(g,h,i)pyrène	0,79	n.a	Retenu
Benzo(k)fluoranthène	0,60	n.a	Retenu
Chrysène	1,18	n.a	Retenu
Dibenzo(a,h)anthracène	0,25	n.a	Retenu
Fluoranthène	1,64	n.a	Retenu
Fluorène	0,38	n.a	Retenu
Indène(1,2,3-c-d)pyrène	0,82	n.a	Retenu
Phénanthrène	1,33	n.a	Retenu
Pyène	1,27	n.a	Retenu
Naphtalène	0,20	7,7	Retenu
Somme des HAP	13,49	n.a	Retenus et étudiés via la décomposition par substance
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)			
PCB n° 28	0,01	n.a	Etudiés via la somme des 7 congénères
PCB n° 52	0,05	n.a	
PCB n° 101	0,10	n.a	
PCB n° 118	0,08	n.a	
PCB n° 138	0,16	n.a	
PCB n° 153	0,15	n.a	
PCB n° 180	0,09	n.a	
Somme des 7 PCB	0,59	n.a	Retenu
DIOXINES ET FURANES (ng/kg MS)			
2,3,7,8-TCDD	<1,50	n.a	Retenus et étudiés au travers de la somme pondérée via facteurs d'équivalents toxiques ci-dessous
1,2,3,7,8-PeCDD	<2,50	n.a	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	3	n.a	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	6	n.a	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	3	n.a	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	92	n.a	
OCDD	1091	n.a	
2,3,7,8-TCDF	24	n.a	
1,2,3,7,8-PeCDF	12	n.a	
2,3,4,7,8-PeCDF	19	n.a	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	16	n.a	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	15	n.a	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<1,50	n.a	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	17	n.a	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	63	n.a	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	4	n.a	
OCDF	45	n.a	
I-TEQ (NATO/CCMS) sans LQ	20	n.a	Non retenu car moins conservatoire que la somme incluant les LQ
I-TEQ (NATO/CCMS) avec LQ	24	n.a	Retenu
Dioxines et furanes (OMS 2005 PCDD/F - TEQ) sans LQ	16	n.a	Non retenues car moins conservatoires que la somme I-TEQ (NATO/CCMS) incluant les LQ ci-dessus
Dioxines et furanes (OMS 2005 PCDD/F - TEQ) avec LQ	21	n.a	



Annexe 3 : Définitions



**Caractérisation du risque**

Expression qualitative et quantitative du risque. Elle doit fournir aux décideurs l'ensemble des éléments permettant de comprendre ce que représente le risque évalué. Elle doit faire la part entre ce qui est connu et ce qui est incertain.

Concentration inhalée (CI)

Concentration par inhalation, à laquelle la cible est exposée en moyenne sur la durée d'exposition. Elle s'exprime en masse (mg ou µg) par unité de volume d'air (m³).

Concentration tolérable (CT)

Concentration à laquelle peut être exposée en permanence une cible par inhalation, sans apparition d'un effet néfaste. Elle s'exprime comme la concentration inhalée : CT : RfC pour l'EPA, MRL pour l'ASTSDR, CAA pour l'OMS.

Danger

Effet sanitaire indésirable comme le changement d'une fonction ou d'une valeur biologique, de l'aspect ou de la morphologie d'un organe, une malformation fœtale, une maladie transitoire ou définitive, une invalidité ou une incapacité, un décès.

Dose externe (ou administrée)

Quantité de polluant qui entre en contact avec les barrières de l'organisme humain par voie d'exposition (inhalation, ingestion, contact cutané).

Dose interne (ou absorbée)

Quantité de polluants qui pénètrent dans les milieux biologiques, une fois passés les tissus séparant les espaces intérieurs et le milieu extérieur : c'est la dose externe corrigée des taux d'absorption.

Dose Journalière d'Exposition (DJE)

Quantité de polluant ingérée ou absorbée par la peau rapportée à la masse corporelle et moyennée sur la durée d'exposition. Elle s'exprime en mg ou µg de polluant par kilogramme de masse corporelle et par jour (mg/kg/j ou µg/kg/j).

Dose Journalière Tolérable (DJT ou DJA pour admissible)

Niveau d'exposition sans risque appréciable pour l'homme. Pour l'EPA, cette dose de référence correspond à la RfD. Pour l'ATSDR, elle correspond au MRL.

Effet cancérigène

Toxicité qui se manifeste par l'apparition de cancers.

Effet systémique

Effet résultant de l'action du toxique après absorption et distribution dans différentes parties de l'organisme humain.

Equivalent Toxique (T.E.Q.)

Somme des concentrations de différents toxiques de la même famille, pondéré par le facteur d'équivalence toxique (FET) affecté à chacun, exprimée par rapport à la substance de référence. Par exemple, équivalent TCDD pour les dioxines ou équivalent BAP pour les HAP.

Excès de Risque Collectif (ERC)

Appelé aussi « impact », il représente une estimation du nombre de cancers en excès, lié à l'exposition étudiée, qui devrait survenir au cours de la vie d'un groupe d'individus.

**Excès de Risque Individuel (ERI)**

Probabilité que la cible a de développer l'effet associé à une substance cancérigène pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

Excès de Risque Unitaire (ERU)

Probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose (ou de concentration) d'une substance cancérigène. L'ERU s'exprime en $(\text{mg/kg/j})^{-1}$ pour la voie orale ou en $(\text{mg/m}^3)^{-1}$ pour la voie inhalation.

Evaluation de l'exposition

Détermination ou estimation des voies d'exposition, de la fréquence, de la durée et de l'importance de l'exposition.

Evaluation de la relation dose-effet

Définit une relation quantitative entre la dose ou concentration administrée ou absorbée et l'incidence de l'effet délétère.

Evaluation de risque sanitaire

Processus en quatre étapes qui comprend l'identification du potentiel dangereux des substances, l'évaluation de la relation dose-effet, l'évaluation de l'exposition et la caractérisation des risques.

Exposition aiguë

De quelques secondes à quelques jours.

Exposition chronique

De quelques années à vie entière.

Exposition subchronique

De quelques jours à quelques années.

Facteurs d'incertitude

Facteurs multiplicatifs appliqués à des données toxicologiques expérimentales ou à des résultats d'études épidémiologiques pour construire une valeur toxicologique de référence.

Génotoxique

Substance pouvant induire des effets potentiellement défavorables sur le matériel génétique.

Identification du potentiel dangereux des substances

Consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme en s'attachant à la nature et à la force des preuves de causalité relevées entre la substance et l'effet induit.

Indice de Risque (IR)

Utilisé pour caractériser le risque lié aux toxiques systémiques. Il correspond à la dose (ou concentration) journalière d'exposition divisée par la dose (ou concentration) de référence.

Mutagène

Agent susceptible d'induire des mutations de l'ADN, du gène, du chromosome ; ce qui constitue l'étape initiale de la cancérogenèse, à condition que la mutation porte sur des gènes impliqués dans le processus de cancérogenèse.

**Non-génotoxique (agent cancérogène)**

L'action toxique consiste à interférer avec les mécanismes de régulation de la division cellulaire, de la différenciation et de l'expression des gènes mais sans altération directe du patrimoine génétique.

Organe cible

Organe ou système présentant une sensibilité particulière à une substance donnée.

Principe de précaution

Principe juridique de haut niveau selon lequel « l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable ». Intégré dans la Loi Barnier 1995.

Principe de prudence scientifique

Consiste à adopter, en cas d'absence de données reconnues, des hypothèses raisonnablement majorantes définies pour chaque cas à prendre en compte.

Principe de proportionnalité

Implique une cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude et l'importance de la pollution et son incidence prévisible.

Principe de spécificité

Assure la pertinence de l'étude par rapport à l'usage et aux caractéristiques du site et de son environnement.

Principe de transparence

Les choix des hypothèses, des outils à utiliser et du degré d'approfondissement d'une évaluation du risque sanitaire doivent systématiquement être présentés et expliqués, leurs conséquences sur la quantification du risque doivent être évaluées. Ces choix doivent être cohérents.

Risque

Probabilité d'apparition d'un effet néfaste dans des conditions d'exposition données.

Seuil d'effet

Niveau d'exposition au-dessous duquel aucun effet n'est attendu.

Slope factor

Voir « Excès de Risque Unitaire (ERU) ».

Valeur repère de risque

Niveau de risque défini comme acceptable par différentes instances, auquel peut être comparé le niveau de risque évalué sur un site.



Distinction entre l'Analyse des Risques Résiduels (ARR) et l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)

Lorsque les caractéristiques du plan de gestion ne permettent pas de supprimer tout contact possible entre les impacts constatés et les futurs usagers du site, alors les risques sanitaires potentiels liés aux expositions résiduelles doivent être évalués. Deux types de calculs sont alors définis par les circulaires du 08 février 2007 :

- L'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) : ce calcul est effectué en amont des travaux. S'il met en évidence une incompatibilité entre la qualité des milieux (sols, gaz des sols et/ou nappe) et l'usage futur, il permettra de définir les objectifs de réhabilitation, préconisations d'aménagement et/ou dispositions constructives à mettre en place ;
- L'Analyse des Risques Résiduels (ARR) : ce calcul intervient après les travaux de dépollution et se base sur les prélèvements et analyses de fin de travaux sur les milieux concernés.

Remarques

Si l'EQRS aboutit à des niveaux de risque acceptables, l'EQRS tient lieu et place d'ARR.

Si les analyses de fin de travaux correspondent à des niveaux de concentrations inférieurs aux objectifs de réhabilitation fixés par l'EQRS, la réalisation de l'ARR n'est pas nécessaire. Dans ce cas, l'EQRS qui présentait les objectifs de réhabilitation, préconisations d'aménagement et/ou dispositions constructives à mettre en place tient lieu et place d'AR



Annexe 4 : Méthodologie de l'évaluation des Risques Sanitaires





Une évaluation des risques sanitaires (EQRS ou ARR) se compose conventionnellement des quatre étapes suivantes :



L'identification des dangers

Présentation du mode d'exposition des usagers d'un site : description des sources, des vecteurs de transfert et des cibles ou personnes exposées



L'estimation des relations dose-réponse

Recherche de l'incidence et de la gravité des effets



L'estimation des expositions

Calcul des doses d'exposition (quantité de substance absorbée par l'organisme des personnes exposées)



La caractérisation des Risques Sanitaires

Rapprochement des doses d'exposition calculées à l'étape précédente et des relations dose-réponse identifiées précédemment, puis comparaison aux seuils de risque acceptables définis par la méthodologie d'avril 2017



Annexe 5 : Principales incertitudes liées aux hypothèses retenues





Principales incertitudes relatives à l'identification des dangers

— Choix des concentrations

Pour l'exposition par inhalation de vapeurs en intérieur (atelier de plain-pied), les concentrations choisies sont les plus élevées mesurées sur l'ensemble de la zone investiguée. Ce choix est conservatoire.

Pour l'exposition par inhalation de vapeurs en extérieur et dans les bureaux (constructions modulaires surélevées), les moyennes des concentrations sont retenues en considérant que l'extérieur constitue un volume d'homogénéisation des vapeurs. Ce choix est réaliste.

Compte tenu des données disponibles, le choix des concentrations est globalement conservatoire dans la mesure où les limites de quantification de certaines substances ont été considérées dans les calculs alors que leur concentration réelle est inférieure à cette valeur (par exemple en Acénaphène ou en Naphtalène dans les sols).

Lorsque la nature aliphatique ou aromatique des hydrocarbures n'était pas connue, les deux hypothèses ont été testées et le choix le plus conservatoire, retenu dans le calcul final.

La biodisponibilité (fraction de substance ayant passé toutes les barrières physiologiques et atteint le sang) ou la bioaccessibilité (fraction de substance présente dans le tube digestif, n'ayant pas encore passé la barrière intestinale pour atteindre le sang) des substances étudiées n'a pas été prise en compte par manque d'information scientifique sur le sujet. Les hypothèses retenues correspondent à une biodisponibilité de 1, soit une hypothèse conservatoire.

Les concentrations retenues dans les calculs sont supposées constantes et homogènes sur toute la surface de l'aménagement étudié et inépuisables dans le temps. Ces hypothèses sont conservatoires.

— Analyses de gaz

Le Ministère en charge de l'Environnement et le BRGM alertent sur le caractère sensible de ces analyses au regard de l'influence de nombreux paramètres au cours des prélèvements (température, pression atmosphérique, vents, hygrométrie, chauffage).

— Qualité des données d'entrées

La qualité globale des terrains est extrapolée à partir des données ponctuelles recueillies sur chacun des sondages. Le maillage des investigations a été dimensionné en fonction de l'historique et des données disponibles sur le site. Toutefois, la présence d'une anomalie non identifiée par les campagnes réalisées ne peut être exclue sur l'emprise du site.



Principales incertitudes relatives aux relations dose-réponse

Les VTR à seuil sont établies sur la base de facteurs d'incertitude tels que :

- La variabilité inter-individuelle (individus plus ou moins sensibles au sein d'une population),
- L'extrapolation inter-espèces (marge de sécurité appliquée à des données toxicologiques fondée sur une espèce animale pour estimer les données relatives à l'espèce humaine,
- La durée ayant servi à l'élaboration de la donnée toxicologique,
- ...

Ainsi, les valeurs utilisées considèrent déjà une marge de sécurité par rapport à la dose réellement nocive pour la santé humaine pour les effets à seuil. De plus, les **populations sensibles** telles que les personnes malades sont incluses dans la présente étude.

Principales incertitudes relatives à l'évaluation des expositions

- Modèles de transfert de gaz vers l'air ambiant

Cette étape d'évaluation des expositions est dépendante de nombreux paramètres entachés eux-mêmes d'une incertitude difficile à quantifier :

- ▶ prélèvements et échantillonnage,
- ▶ analyses,
- ▶ paramètres relatifs au type de sol traversé par les vapeurs,
- ▶ pression atmosphérique et météorologie le jour des prélèvements de gaz,
- ▶ saison de prélèvement...

Les modèles de transfert simulant le dégazage des sols et aboutissant à une estimation des concentrations attendues dans l'air ambiant majorent classiquement les transferts qui s'opèrent réellement. De plus, la méthodologie indique que lorsqu'une même substance est présente dans plusieurs milieux (ici sols et gaz des sols), les calculs doivent être menés pour ces différents milieux et seul le milieu fournissant les concentrations les plus importantes dans l'air ambiant doit être retenu pour l'appréciation finale du risque. Les calculs de risque liés à l'inhalation de substances volatiles sont donc *a priori* plutôt majorants.



Annexe 6 : Relation dose-réponse



Présentation des effets à seuil et sans seuil

Pour les substances sélectionnées lors de l'identification des dangers, il s'agit ici de rechercher, dans la littérature scientifique, les données de toxicologie utiles à la quantification du risque, c'est-à-dire :

— Les données de toxicité caractérisant les effets dits « à seuil »

Un 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. Ce sont principalement les effets non cancérogènes qui sont classés dans cette famille. Au-delà du seuil, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée.

La terminologie des données toxicologiques caractérisant les effets à seuil varie suivant les sources consultées. Dans la présente étude, ces données seront appelées Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) à seuil ou encore RfC pour les données fournies en mg/m^3 et RfD pour celles fournies en milligramme de substance par kilogramme de poids corporel de la cible et par jour ($\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$).

Cet effet est caractérisé par le calcul d'un Quotient de Danger (QD) par substance (lorsque la substance présente un effet à seuil), par milieu et par cible (adulte et enfant distinctement selon le cas étudié).

Pour une même substance présente dans plusieurs milieux (c'est-à-dire les sols, les gaz des sols et la nappe selon le cas étudié), seul le QD lié au milieu induisant le niveau de risque le plus important sera conservé dans le résultat final.

Pour chaque cible (adulte et/ou enfant, selon le cas étudié), les QD des substances présentant le même effet critique sur la santé sont ensuite sommés. Cette somme est comparée au **seuil de risque acceptable de 1** défini dans la Circulaire du 8 février 2007.

— Les données de toxicité caractérisant les effets dits « sans seuil »

Un effet sans seuil se définit comme un effet qui apparaît quelle que soit la dose absorbée par l'organisme. La probabilité de survenue croît avec la dose, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. L'hypothèse classiquement retenue est qu'une seule molécule de la substance peut provoquer des changements dans une cellule et être à l'origine de l'effet observé. A l'origine, la notion d'absence de seuil était associée aux effets cancérogènes uniquement. Aujourd'hui, cette notion recouvre également des effets sur la reproduction (reprotoxicité) et les mutations génétiques (mutagénicité).

La terminologie des données toxicologiques caractérisant les effets sans seuil varie suivant les sources consultées. Dans la présente étude, ces données seront appelées Excès de Risque Unitaire (ERU).

Cet effet est caractérisé par le calcul d'un Excès de Risque Individuel (ERI) par substance (lorsque la substance présente un effet sans seuil), par milieu et par cible (adulte et enfant distinctement selon le cas étudié).

Pour une même substance présente dans plusieurs milieux (c'est-à-dire les sols, les gaz des sols et la nappe selon le cas étudié), seul l'ERI lié au milieu induisant le niveau de risque le plus important sera conservé dans le résultat final.

Pour chaque cible (adulte et/ou enfant, selon le cas étudié), les ERI de l'ensemble des substances sont ensuite sommés, quel que soit l'effet critique observé sur la santé. L'ERI adulte et l'ERI enfant sont également sommés puisque la probabilité d'apparition de l'effet sans seuil s'exerce sur la vie entière. Cette somme est comparée au **seuil de risque acceptable de 10^{-5}** défini dans la méthodologie d'avril 2017. La valeur de 10^{-5} correspond à l'apparition d'un cancer (ou autre effet sans seuil étudié) sur une population de 100 000 personnes.



Annexe 7 : Valeurs toxicologiques de référence



Les valeurs en gras rouge correspondent aux VTR retenues dans les calculs de risque.

CAS	Substances	Valeurs retenues	Classement US-EPA	Classement IARC	Organisme émetteur de la VTR	INHALATION A SEUIL						INHALATION SANS SEUIL						
		Classement UE				mg/m3 adulte	mg/m3 enfant	Facteur d'incertitude	Date	Organe cible / effet critique	Commentaire	(mg/m3)-1 adulte	(mg/m3)-1 enfant	Date	Organe cible / effet critique	Commentaire		
COUPES D'HYDROCARBURES																		
	Aliphatiques C5-C6				IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	18,4	18,4	-	1999	Système nerveux	VTR relative au n-hexane	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	7	7	-	2000	Système nerveux (Homme)		-	-	-	-	-	-	
	Aliphatiques C5-C6				Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					TPHWG	18,4	18,4	-	1997	Système nerveux	-	-	-	-	-	-	-	
					ANSES	3	3	75	2014	Système nerveux (rat)	Correspond à la VTR du n-hexane Fiche toxico INERIS décembre 2015, basé sur expertise et validation de 2015 Choix INERIS - mise à jour de fin 2022 Choix BDD ANSES déc 2022 selon expertise de 2014	-	-	-	-	-	-	
	Aliphatiques C>6-C8				IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	18,4	18,4	-	1999	Système nerveux	-	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aliphatiques C>8-C10				Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					TPHWG	18,4	18,4	-	1997	Système nerveux	-	-	-	-	-	-	-	
					IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aliphatiques C>10-C12				RIVM	1	1	-	1999	Foie et sang	-	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					TPHWG	1	1	-	1997	Foie et sang	-	-	-	-	-	-	-	
					IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aliphatiques C>12-C16				ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	1	1	-	1999	Foie et sang	-	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aromatiques C>8-C10				TPHWG	1	1	-	1997	Foie et sang	-	-	-	-	-	-	-	
					IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	0,2	0,2	-	1999	Poids	-	-	-	-	-	-	-	
	Aromatiques C>10-C12				Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					TPHWG	0,2	0,2	-	1997	Poids	-	-	-	-	-	-	-	
					IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Aromatiques C>12-C16				RIVM	0,2	0,2	-	1999	Poids	-	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					TPHWG	0,2	0,2	-	1997	Poids	-	-	-	-	-	-	-	
					IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BTEX																		
71-43-2	Benzène	CARC 1 MUTA 2	A	1	IRIS	0,03	0,03	300	2003	Lymphopénie (Homme)	Sélection des polluants à prendre en compte dans les ERS des EI sur infrastructures routières (2012) Choix ANSES déc 2022 selon expertise de 2012	0,0078	0,0078	2000	Sang	Choix ANSES déc 2022 selon expertise de 2014		
					ATSDR	0,00958	0,00958	10	2007	Immunotoxicité (Homme)		-	0,006	0,006			2000	
					OMS	-	-	-	-	-		-	0,0005	0,0005			2000	
					RIVM	0,003	0,003	-	2014	Sang (Homme)		-	0,029	0,029			2004	
					OEHHa	-	-	-	-	-		-	0,0033	0,0033			2006	
	Benzène				Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ANSES	1,00E-02	1,00E-02	10	2008	Immunotoxicité (Homme)	-	0,026	0,026	2014	Augmentation de l'incidence des leucémies			
					CSHPF	-	-	-	-	-	-	0,003	0,003	1998	-	-		
					IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
100-41-4	Ethylbenzène		D	2B	OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	0,3	0,3	300	nov-10	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	0,77	0,77	100	2000	Foie, reins (rat, souris)	-	2,59E-03	2,59E-03	2008	-	-		
					Health Canada	1	1	30	2003	Foie, reins (rat, souris)	-	-	-	-	-	-	-	
					ANSES	1,5	1,5	75	sept-10 oct-16	Audition (rat)	Choix BDD ANSES déc 2022 selon expertise de 2016	-	-	-	-	-	-	
	Toluène	REPRO 3	D	3	IRIS	5	5	10	2005	Système nerveux (Homme)	Draft	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	3,8	3,8	10	sept-15	Système nerveux (Homme)		-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	
					RIVM	0,4	0,4	300	1999	Système nerveux central (Homme)		-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	0,42	0,42	300	2020	Yeux (Homme)		-	-	-	-	-	-	
	Toluène				Health Canada	3,75	3,75	-	sept-10	-	-	-	-	-	-	-		
					ANSES	19	19	5	2017	Système nerveux (Homme)	Choix INERIS à fin 2022 - Fiche toxico INERIS 2022 selon expertise et validation 2021 Choix BDD ANSES déc 2022 selon expertise de 2017	-	-	-	-	-	-	
					IRIS	0,1	0,1	300	2003	Perte de coordination motrice (rat)	Choix BDD ANSES déc 2022 selon expertise de 2020	-	-	-	-	-	-	
1330-20-7	Xylènes totaux				ATSDR	0,217	0,217	300	août-07	Système nerveux, poumons (Homme)	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	0,87	0,87	1000	1999	Atteintes du développement (rat)	-	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	0,7	0,7	10	2003	Appareil respiratoire (Homme)	-	-	-	-	-	-	-	
					Health Canada	0,18	0,18	1000	1991	Foetotoxicité (rat)	Valeur provisoire	-	-	-	-	-	-	
HALOGENES																		
67-66-3	Chloroforme (Trichlorométhane)	CARC 3	B2	2B	IRIS	-	-	-	-	-	-	0,023	0,023	2001	Un effet cancérigène à seuil par inhalation est retenu, suivant les préconisations de l'INERIS (sept 2006 + fiche toxico septembre 2011)			
					ATSDR	0,00195	0,00195	300	janv-24	Appareil respiratoire	Draft	-	-	-			-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	0,00042	0,00042	1994			-	-
					RIVM	0,1	0,1	1000	2000	Foie (rat)	-	-	-	-			-	-
					OEHHa	0,3	0,3	300	2003	Foie, reins (rat)	-	0,0053	0,0053	2004			-	-
	Chloroforme (Trichlorométhane)				Health Canada	9,8	9,8	-	1999	Foie (chien)	-	0,00034	0,00034	1999	-	-		
					INERIS	0,063	0,063	70	2006	Cancérogène rénal à seuil	*Analyse des VTR pour le 1,2DCA, le chloroforme, le tétrachloroéthane et le chlorure de méthylène*, INERIS, sept 2006	-	-	-	-	-	-	
					ANSES	0,063	0,063	2008	Tumeurs rénales (souris)	Fiche toxico INERIS, septembre 2011, basé sur expertise de 2010 Choix ANSES déc 2022 selon expertise de 2009	-	-	-	-	-	-		
					IRIS	0,6	0,6	30	2011	Foie (rat)	Retenue car parution plus récente (18/11/2011) que l'expertise nationale (2010/2011)	0,00001	0,00001	2011	Carcinome hépatocellulaire ou bronchoalvéolaire ou adénome (Souris)	Retenue car parution plus récente que l'expertise nationale (2006 et 2009)		
					ATSDR	1,04	1,04	30	2000	Foie (rat)	Fiche toxico INERIS, septembre 2011, basé sur expertise de 2010 validée en 2011 Choix INERIS - mise à jour de fin 2022 Non retenue car expertise INERIS antérieure à la parution de la VTR IRIS	-	-	-	-	-	-	
75-09-2	Chlorure de méthylène (ou Dichlorométhane)	CARC 3	B2	2B	OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	3	3	10	2000	Méthémoglobinémie, système nerveux central	-	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	0,4	0,4	100	2003	Carboxyhémoglobinémie (Homme)	-	0,001	0,001	2004	Choix INERIS - mise à jour de fin 2022 Non retenue car expertise INERIS antérieure à la parution de la VTR IRIS	-	-	
					Health Canada	-	-	-	-	-	-	0,000023	0,000023	1993	*Analyse des VTR pour le 1,2DCA, le chloroforme, le tétrachloroéthane et le chlorure de méthylène*, INERIS, sept 2006 et *Point sur les VTR - mars 2009*	-	-	
					IRIS	0,044	0,044	2000	Foie (angiosarcomes, carcinomes et nodules néoplasiques)	Exposition pendant l'âge adulte uniquement - Circulaire MEDO 02/08/2001 demande de prendre 10 µg/m3 comme valeur repère d'un risque de 10-5.	-	-	-	-	-	-		
75-01-4	Chlorure de vinyle	CARC 1	A	1	IRIS	-	-	-	-	-	-	0,0088	0,0088	2000	Foie (angiosarcomes, carcinomes et nodules néoplasiques)	Exposition depuis l'enfance - Circulaire MEDO 02/08/2001 demande de prendre 10 µg/m3 comme valeur repère d'un risque de 10-5.		
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Chlorure de vinyle				Health Canada	-	-	-	-	-	-	0,001	0,001	1987	Angiosarcomes hépatiques et tumeurs hépatocellulaires	Choix BDD ANSES déc 2022 selon expertise de 2012		
					INERIS	0,056	0,056	100	2001	Testicules (animal)	Non retenue car ne figure pas sur FURETOX, ni sur ITER, et non retrouvée sur le site du RIVM	0,00278	0,00278	2000				
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-
					RIVM	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-
OEHHa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
ANSES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
75-34-3	Dichloroéthane, 1,1-		C		IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OEHHa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
75-35-4	Dichloroéthane, 1,1-	CARC 3		3	Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					IRIS	0,2	0,2	30	2002	Foie (rat)	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
OEHHa	0,07	0,07	300	2003	Foie (cochon d'Inde)	-	-	-	-	-	-	-						
156-59-2	Dichloroéthane, 1,2cis-		D		Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	0,06	0,06	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
OEHHa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
156-60-5	Dichloroéthane, 1,2trans-				Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					IRIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					ATSDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					OMS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
					RIVM	0,06	0,06	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
OEHHa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Health Canada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
127-18-4	Tétrachloroéthane (PCE)	CARC 3	B2	2A	IRIS	0,04	0,04	1000	2012	Système nerveux (Homme)	-	2,60E-04	2,60E-04	2012	Adénome hépatocellulaire ou carcinome (Souris)	-		
					ATSDR													

CAS	Substances	Valeurs retenues	Classement US-EPA	Classement IARC	Organisme émetteur de la VTR	INHALATION A SEUIL						INHALATION SANS SEUIL					
		Classement UE				mg/m3 adulte	mg/m3 enfant	Facteur d'incertitude	Date	Organe cible / effet critique	Commentaire	(mg/m3)-1 adulte	(mg/m3)-1 enfant	Date	Organe cible / effet critique	Commentaire	
79-01-6	Trichloroéthène	CARC 2 MUTA 3	-	2A	IRIS	0.002	0.002	Multiple	2011	Multiple (rat, souris)	Validation des données IRIS	4,00E-03	4,00E-03	2011			
					ATSDR	0.0021	0.0021	Multiple	juin-19	Multiple (rat, souris)							
					OMS	-	-	-	-	-		0.00043	0.00043	1999			
					RIVM	0.2	0.2	1000	1999	Foie, reins, système nerveux central	Provisoire	-	-	-			
					OEHHa	0.6	0.6	100	2003	Multiple (Homme)	Fiche toxico INERIS de décembre 2016, Choix INERIS, mise à jour à fin 2022 selon expertise et validation de 2013	0.002	0.002	2004		Fiche toxico INERIS de décembre 2016, Choix INERIS, mise à jour à fin 2022 selon expertise et validation de 2013	
						Health Canada			-	-		0.00061	0.00061	1992			
						ANSES	3,2	3,2	75	2018	Reins	Choix BDD ANSES de déc 2022	1,00E-03	1,00E-03	2018	Cancer du rein	Choix BDD ANSES déc 2022
ORGANIQUES																	
1746-01-6	Dioxines (2,3,7,8 TétraChloroDibenzoDioxines ou 2,3,7,8-TCDD)	-	-	-	IRIS	-	-				Transposition à partir de l'ingestion Fiche toxico INERIS décembre 2015, basé sur expertise de 2013 validée en 2015 VTR valide pour les dioxines et furanes, hors PCB dioxine-like Choix INERIS - mise à jour de fin 2022	-	-				
					ATSDR	-	-					-	-				
					OMS	-	-					-	-				
					RIVM	-	-					-	-				
					OEHHa	4,00E-08	4,00E-08		2003	Mortalité, poids, sang, foie, poumons, vaisseaux (Rats)	38000	38000	2004		Non retenue car effet cancérigène à seuil reconnu (OPERSEL, CSHPF)		
					Health Canada	-	-				-	-					
					EFSA	-	-										
1336-36-3	PCB	-	B2	2A	IRIS	-	-	-	-	-	Choix INERIS - Juin 2007 et mars 2009 Suppression VTR à seuil dans la mise à jour de janvier 2014	0,1	0,1	1996		Inhalation de vapeurs	
					IRIS	-	-	-	-	-		-	-	-			
					ATSDR	-	-	-	-	-		-	-	-			
					OMS	-	-	-	-	-		-	-	-			
					RIVM	5,00E-04	5,00E-04	-	2001	Multiple	-	-	-	-			
					OEHHa	-	-	-	-	-	-	0,57	0,57	2004			
						Health Canada	-	-	-	-	-						
						ANSES	-	-	-	-	-						

Définitions de la classification US-EPA	
Classe A	Substance cancérigène pour l'homme.
Classe B1	Substance probablement cancérigène pour l'homme. Des données limitées chez l'homme sont disponibles.
Classe B2	Substance probablement cancérigène pour l'homme. Il existe des preuves suffisantes chez l'animal et des preuves non adéquates ou pas de preuve chez l'homme.
Classe C	Cancérigène possible pour l'homme.
Classe D	Substance non classable quant à sa cancérogénicité pour l'homme.
Classe E	Substance pour laquelle il existe des preuves de non cancérogénicité pour l'homme.

Définitions des classifications CIRC/IARC/OMS	
Groupe 1	L'agent (ou le mélange) est cancérogène pour l'homme.
Groupe 2A	L'agent (ou le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme. Il existe des indices limites de cancérogénicité chez l'homme et des indices suffisants de cancérogénicité pour l'animal de laboratoire.
Groupe 2B	L'agent (ou le mélange) pourrait être cancérogène pour l'homme.
Groupe 3	L'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme.
Groupe 4	L'agent (ou le mélange) n'est probablement pas cancérogène pour l'homme.



Annexe 8 : Paramètres physico-chimiques



PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

				ZONE 1			ZONE 2						
Substances	Solubilité (mg/L)	Constante de Henry (-)	Coefficient de diffusion dans l'air (cm²/s)	1 ^{de} diffusion effectif Intérieur SANS sous sol	Coefficient de diffusion effectif béton (m²/s)	Coefficient de diffusion effectif enrobé (m²/s)	Coefficient de diffusion Voies	Coefficient de diffusion enrobé (m²/s)	Koc (L/kg)	Log Kow	Masse molaire (g/mole)	Kd	
INORGANIQUES / METAUX													
Mercure	0,0907	0,31	0,0307	3,10E-07	1,69E-08	1,44E-07	3,10E-07	1,44E-07	85000	Intérieur plain-pied	0,0232	200,59	170
	Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	85000	Intérieur avec sous-sol	Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS
									85000	Intérieur avec vide sanitaire			
									85000	voies			
									85000	sol nu			
								ZONE 2	85000	Intérieur plain-pied			
									85000	Intérieur avec sous-sol			
									85000	Intérieur avec vide sanitaire			
									85000	voies			
									85000	sol nu			
HAP													
Acénaphthène	3,7	0,00024	0,0421	4,25E-07	2,32E-08	1,97E-07	4,25E-07	1,97E-07	4578		3,92	154,21	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Acénaphthylène	16,1	0,0039	0,04	4,04E-07	2,29E-08	1,87E-07	4,04E-07	1,87E-07	2770		4	162,2	
HSDB				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		TPHWG	HSDB	
Anthracène	1,29	0,00214	0,0428	4,33E-07	2,35E-08	2,00E-07	4,33E-07	2,00E-07	25700		4,45	178,23	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Benzo(b)fluoranthène	0,012	0,0063	0,0333	3,36E-07	1,83E-08	1,56E-07	3,36E-07	1,56E-07	83000		6,57	252,32	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Benzo(g,h,i)pérylène	0,00026	0,000303	0,049	5,98E-07	2,79E-08	2,29E-07	5,98E-07	2,29E-07	311000		6,63	276,34	
HSDB				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		HSDB	HSDB	
Benzo(k)fluoranthène	0,0005	0,000165	0,0226	3,44E-07	1,24E-08	1,06E-07	3,44E-07	1,06E-07	121000		6,84	252,32	
TPHWG				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		HSDB	TPHWG	
Benzo(a)anthracène	0,0094	0,000234	0,051	5,28E-07	2,81E-08	2,39E-07	5,28E-07	2,39E-07	102000		5,79	228,29	
HSDB				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		HSDB	HSDB	
Benzo(a)pyrène	0,003	0,000164	0,045	5,99E-07	2,48E-08	2,10E-07	5,99E-07	2,10E-07	500000		6	252,3	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Chrysène	0,002	0,00004	0,0248	3,04E-07	1,36E-08	1,16E-07	3,04E-07	1,16E-07	133000		5,73	228,29	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Dibenzo(a,h)anthracène	0,0005	0,00000194	0,031	1,17E-06	1,71E-08	1,45E-07	1,17E-06	1,45E-07	1400000		6,7	278,35	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Fluoranthène	0,26	0,00034	0,039	4,00E-07	2,15E-08	1,82E-07	4,00E-07	1,82E-07	72000		5,1	202,26	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Fluorène	1,98	0,00391	0,0456	4,61E-07	2,51E-08	2,13E-07	4,61E-07	2,13E-07	7707		4,18	166,21	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	0,062	0,0000123	0,031	4,56E-07	1,71E-08	1,45E-07	4,56E-07	1,45E-07	6300000		6,6	276,34	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Naphtalène	31,8	0,0208	0,054	5,45E-07	2,97E-08	2,53E-07	5,45E-07	2,53E-07	1250		3,4	128,2	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Phénanthrène	1,2	0,00123	0,054	5,47E-07	2,97E-08	2,53E-07	5,47E-07	2,53E-07	2291		4,57	178,23	
Fiche toxico INERIS				Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Pyrène	0,13	0,000371	0,027	2,79E-07	1,49E-08	1,26E-07	2,79E-07	1,26E-07	67992		5,32	202,26	
Fiche toxico INERIS				TPHWG	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
COUPES D'HYDROCARBURES													
Aliphatiques C5-C6	36	33	0,1	1,01E-06	5,50E-08	4,68E-07	1,01E-06	4,68E-07	794		3,3	81	
TPHWG		TPHWG	TPHWG	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		BP RISC	TPHWG	
Aliphatiques C6-C8	54	80	0,1	1,01E-06	5,50E-08	4,68E-07	1,01E-06	4,68E-07	3981		4	100	
TPHWG		TPHWG	TPHWG	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		BP RISC	TPHWG	
Aliphatiques C8-C10	643	89	0,1	1,01E-06	5,50E-08	4,68E-07	1,01E-06	4,68E-07	31623		4,8	130	
TPHWG		TPHWG	TPHWG	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		BP RISC	TPHWG	
Aliphatiques C10-C12	0,034	120	0,1	1,01E-06	5,50E-08	4,68E-07	1,01E-06	4,68E-07	291189		5,6	160	
TPHWG		TPHWG	TPHWG	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		BP RISC	TPHWG	
Aliphatiques C12-C16	0,0007	820	0,1	1,01E-06	5,50E-08	4,68E-07	1,01E-06	4,68E-07	5011873		6,8	200	
TPHWG		TPHWG	TPHWG	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		BP RISC	TPHWG	
Aromatiques C8-C10	65	0,48	0,1	1,01E-06	5,50E-08	4,68E-07	1,01E-06	4,68E-07	1585		3,1	120	
TPHWG		TPHWG	TPHWG	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		BP RISC	TPHWG	
Aromatiques C10-C12	25	0,14	0,1	1,01E-06	5,50E-08	4,68E-07	1,01E-06	4,68E-07	2511		3,5	130	
TPHWG		TPHWG	TPHWG	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		BP RISC	TPHWG	
Aromatiques C12-C16	5,8	0,053	0,1	1,01E-06	5,50E-08	4,68E-07	1,01E-06	4,68E-07	5012		3,9	150	
TPHWG		TPHWG	TPHWG	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		BP RISC	TPHWG	
BTX													
Benzène	1930	0,142	0,093	8,88E-07	4,84E-08	4,12E-07	8,88E-07	4,12E-07	50		2,13	78,11	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Ethylbenzène	155	0,1403	0,075	7,57E-07	4,13E-08	3,51E-07	7,57E-07	3,51E-07	241,9		3,15	106,16	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Toluène	515	0,16397	0,087	8,78E-07	4,79E-08	4,07E-07	8,78E-07	4,07E-07	100		2,69	92,14	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Xylènes totaux	175	0,29	0,0722	7,29E-07	3,97E-08	3,38E-07	7,29E-07	3,38E-07	240		3,11	106,16	
Fiche toxico INERIS		BP RISC	CAL TOX	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	TPHWG		CAL TOX	HSDB	
CHLORES													
Chloroforme (Trichlorométhane)	8200	0,074	0,104	1,05E-06	5,72E-08	4,88E-07	1,05E-06	4,88E-07	60		1,97	119,38	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Chlorure de méthylène	16800	0,0502	0,102	1,03E-06	5,61E-08	4,77E-07	1,03E-06	4,77E-07	19,1		1,25	84,93	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Chlorure de vinyle	1600	0,6455	0,106	1,07E-06	5,83E-08	4,96E-07	1,07E-06	4,96E-07	8		1,4	62,5	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Dichloroéthane, 1,1-	5040	0,1583	0,0742	7,49E-07	4,08E-08	3,47E-07	7,49E-07	3,47E-07	59		1,79	98,97	
HSDB		Sol Vapor Extraction Technology	CAL TOX	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	CAL TOX		HSDB	HSDB	
Dichloroéthane, 1,1-	2200	0,6627	0,087	8,78E-07	4,79E-08	4,07E-07	8,78E-07	4,07E-07	65		1,85	96,94	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Dichloroéthane, 1,2cis-	800	0,1162	0,0736	7,43E-07	4,05E-08	3,44E-07	7,43E-07	3,44E-07	35,5		1,86	96,94	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Dichloroéthane, 1,2trans-	600	0,2539	0,0707	7,14E-07	3,89E-08	3,31E-07	7,14E-07	3,31E-07	38		2,06	96,94	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Tétrachloroéthane (PCE)	150	0,3641	0,072	7,27E-07	3,96E-08	3,37E-07	7,27E-07	3,37E-07	247		2,67	165,8	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
Trichloroéthane, 1,1,1-	4400	0,41532	0,078	7,87E-07	4,29E-08	3,65E-07	7,87E-07	3,65E-07	110		2,49	133,42	
HSDB		Sol Vapor Extraction Technology	CAL TOX	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	CAL TOX		HSDB	HSDB	
Trichloroéthane	1970	0,3356	0,079	7,95E-07	4,35E-08	3,70E-07	7,95E-07	3,70E-07	111		2,38	131,39	
Fiche toxico INERIS		Sol Vapor Extraction Technology	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Fiche toxico INERIS		Fiche toxico INERIS	Fiche toxico INERIS	
ORGANIQUES													
Dioxines	0,00002	0,00215	3,6	3,64E-05	1,98E-06	1,68E-05	3,64E-05	1,68E-05	24000000		6,8	322	
Fiche toxico INERIS		HSDB	Fiche toxico INERIS	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	HSDB		HSDB	Fiche toxico INERIS	
PCB	0,42	0,0111	0,1	1,01E-06	5,50E-08	4,68E-07	1,01E-06	4,68E-07	310000		5,7	291,98	
BP RISC		BP RISC	BP RISC	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	Calculé	BP RISC		BP RISC	HSDB	



Annexe 9 : Paramètres d'entrée des modèles de transfert





Tableau 1 : Paramètres d'entrée | Inhalation de vapeurs

Paramètres d'exposition	Valeur	Unité	Source
Fréquence d'exposition dans l'atelier et les bureaux – Adulte travailleur	8	h/jour	Méthode de calcul des VCI, INERIS, 2001
	220	j/an	
Fréquence d'exposition en extérieur - Adulte travailleur	1	h/jour	Hypothèse classique pour un usage industriel
	220	j/an	
Durée d'exposition / effets à seuil – Adulte travailleur	42	ans	Méthode de calcul des VCI, INERIS 2001 Usage non sensible
Durée d'exposition / effets sans seuil – Adulte travailleur	70	ans	
Paramètres liés aux aménagements – bâtiment de plain-pied (atelier) et Algeco (bureaux)			
Longueur pièce atelier	8	m	Dimensions "classiques" d'une dalle sans reprise
Largeur pièce atelier	8	m	
Hauteur RDC atelier	8	m	Donnée transmise par le client
Taux de renouvellement d'air RDC pour l'atelier	0,8	volume/h	RBCA pour un scénario industriel
Longueur pièce bureaux	30	m	Données transmises par le client
Largeur pièce bureaux	10	m	
Hauteur RDC bureaux	2,5	m	
Taux de renouvellement d'air RDC pour les bureaux	0,5	volume/h	RBCA pour un scénario industriel
Epaisseur dalle sol / RDC atelier	0,1	m	Hypothèse projet
Hauteur entre sol et sol algéco	0,5	m	Hypothèse IDDEA
Longueur de la zone polluée - Voirie	20	m	Hypothèse compte tenu de l'hétérogénéité des sols
Epaisseur enrobé	0,05	m	Hypothèse d'une voirie
Paramètres liés au sol			
Type de sol selon J&E	Limon sableux		Issus des fiches de prélèvements de sols de SOCOTEC
Teneur en air du sol	0,284	-	Correspond aux caractéristiques d'un sol de type Limon sableux selon Johnson & Ettinger
Teneur en eau du sol	0,103	-	
Perméabilité	5,34E-13	m²	
foc	0,002	-	Valeur par défaut J&E
Profondeurs des sources			
Profondeur de la source sol	0,1	m	Source supposée affleurante sous les aménagements
Profondeur de la source gaz du sol	0,1	m	



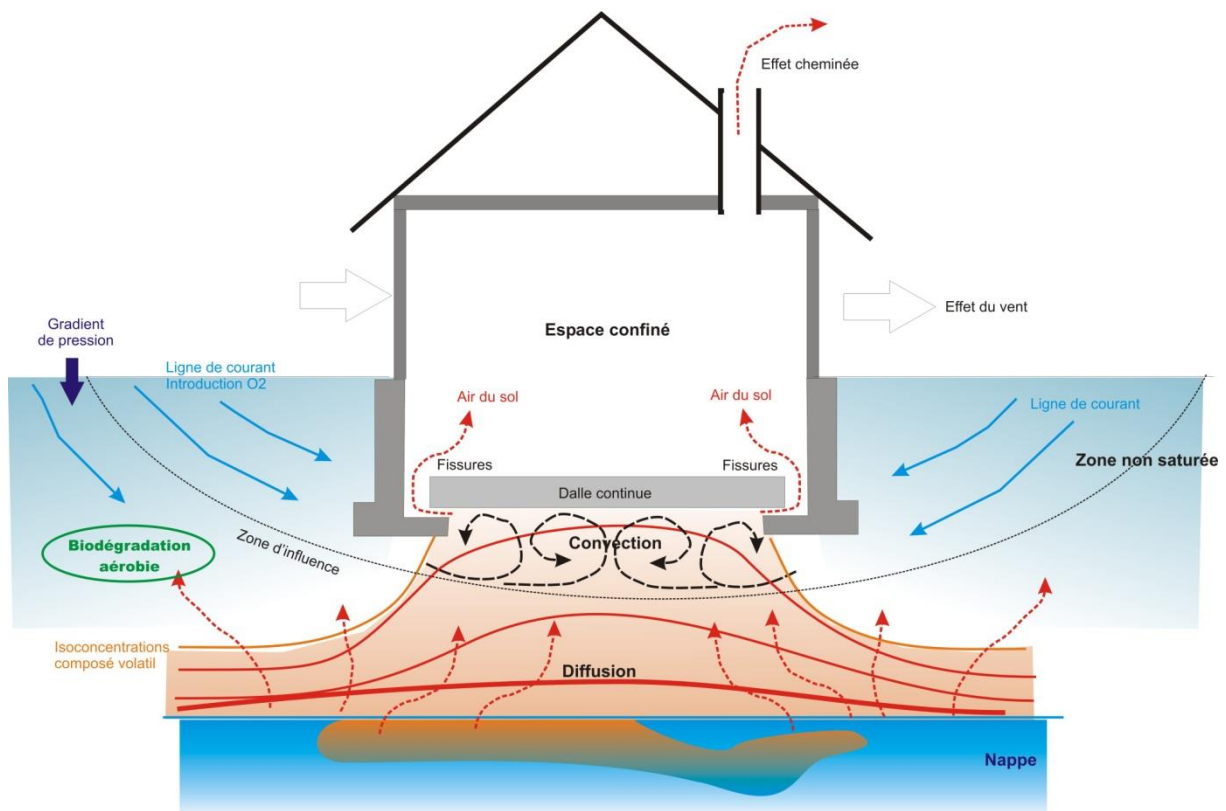
Annexe 10 : Modèles de transfert



MODELISATION DE LA REMONTEE DE VAPEURS DANS UN BATIMENT SANS SOUS-SOL

Modèle utilisé :

« User's guide for the **Johnson and Ettinger** (1991/2004) model for subsurface vapor intrusion into buildings », préparé par Environmental Quality Management, Inc., pour E.H. Pechan & Associates, Inc. (U.S. Environmental Protection Agency), septembre 1997. Essentiellement chapitre 2-5 : « The infinite source solution to convective and diffusive transport ».



Les différentes étapes modélisées sont les suivantes :

- ① A partir des concentrations dans les sols, estimation des concentrations en substances volatiles dans l'air du sol,
- ② A partir des concentrations estimées dans l'air du sol, calcul des concentrations dans l'air ambiant, au rez-de-chaussée du bâtiment, en tenant simultanément compte des phénomènes de diffusion et de convection.

①

Concentrations mesurées en
nappe ou dans les sols



Concentrations dans l'air du sol

A partir des concentrations mesurées dans les sols

La concentration dans les gaz du sol se calcule de la façon suivante (tiré de la première partie de l'équation CM-3a) :

Le **minimum entre les deux termes suivants** doit être retenu :

C_{air du sol} - 1

$$\frac{H \times \rho \times 1000}{\theta_{\text{eau du sol}} + K_{oc} \times f_{oc} \times \rho + H \times \theta_{\text{air du sol}}} \times C_{\text{sol}}$$

C_{air du sol} - 2

$$H \times S \times 1000$$

(Correspond à la saturation de l'air du sol par la substance)

Avec :

C _{air du sol}	Concentration dans l'air du sol (en mg/m ³)
C _{sol}	Concentration mesurée dans les sols (mg/kg)
H	Constante de Henry adimensionnelle (-)
ρ	Densité du sol (en g/cm ³)
θ _{eau du sol}	Teneur en eau du sol (-)
θ _{air du sol}	Teneur en air du sol (-)
K _{oc}	Coefficient de partage carbone organique/eau du sol (en cm ³ /g)
f _{oc}	Fraction de carbone organique dans le sol (-)
S	Solubilité (mg/L)

A partir des concentrations mesurées en nappe

$$C_{\text{air du sol}} = H \times C_{\text{nappe}} \times 1000$$

(Equation 15 – Johnson & Ettinger)

Avec :

C _{nappe}	Concentration mesurée dans la nappe (mg/L)
--------------------	--

②

Concentrations dans l'air du sol



Concentration dans l'air ambiant
du rez-de-chaussée

Le calcul de la concentration dans l'air ambiant du rez-de-chaussée à partir de la concentration dans l'air du sol est le suivant :

$$C_{air\ ambiant} = C_{air\ du\ sol} \times \alpha$$

Avec :

$C_{air\ ambiant}$ Concentration dans l'air ambiant (en mg/m³)
 $C_{air\ du\ sol}$ Concentration dans l'air du sol (en mg/m³)
 α Coefficient d'atténuation (sans unité)

En considérant une source infinie, les transports diffusif et convectif des vapeurs au travers des sols, le coefficient d'atténuation s'exprime de la façon suivante (équation 13 de Johnson & Ettinger) :

$$\alpha = \frac{\frac{D_{eff\ sol} \times A_b}{Q_{bat} \times Prof_{source}} \times \exp\left(\frac{Q_{sol} \times Ep\ dal\ sol\ rdc}{D_{eff\ sol} \times A_{crack}}\right)}{\exp\left(\frac{Q_{sol} \times Ep\ dal\ sol\ rdc}{D_{eff\ sol} \times A_{crack}}\right) + \frac{D_{eff\ sol} \times A_b}{Q_{bat} \times Prof_{source}} + \frac{D_{eff\ sol} \times A_b}{Q_{sol} \times Prof_{source}} + \left(\exp\left(\frac{Q_{sol} \times Ep\ dal\ sol\ rdc}{D_{eff\ sol} \times A_{crack}}\right) - 1\right)}$$

Avec (le calcul de certains des paramètres suivants est présenté ci-après) :

D_{eff_sol} Coefficient de diffusion effectif équivalent du sol (m²/s)
 A_b Surface de l'espace fermé (m²)
 Q_{bat} Taux de ventilation du bâtiment (m³/s)
 $Prof_{source}$ Profondeur qui sépare le bâtiment de la source (m)
 Q_{sol} Flux de gaz du sol pénétrant dans le bâtiment (m³/s)
 $Ep_dal_sol_rdc$ Epaisseur des fondations (m)
 A_{crack} Surface totales des fissures (m²)
 $Deff_F$ Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures (m²/s), supposé être équivalent au coefficient effectif de la couche du sol en contact avec le bâtiment

Calcul des paramètres de calcul intermédiaires

↪ Calcul du **taux de ventilation du bâtiment** (Q_{bat}) selon l'équation 14 de Johnson & Ettinger :

$$Q_{bat} = Long \times Lar \times H_{rdc} \times Ren_{rdc}$$

Avec :

Long	Longueur de la pièce (m)
Lar	Largueur de la pièce (m)
H_rdc	Hauteur de la pièce (m)
Ren_rdc	Taux de renouvellement d'air du rez-de-chaussée (s ⁻¹)

↪ Calcul du **flux de gaz du sol pénétrant dans le bâtiment** (Q_{sol}) selon l'équation 15 de Johnson & Ettinger :

$$Q_{sol} = \frac{2 \times \pi \times Diff P \text{ sol rdc} \times Kv \times 2(Long + Lar)}{\mu \times \ln\left(\frac{2 \times Pr \text{ fiss rdc}}{r_{crack}}\right)}$$

Avec :

Diff P sol rdc	Gradient de pression entre la surface du sol et l'espace clos (g/cm-s ²)
Kv	Perméabilité du sol au flux de vapeur, spécifique du sol (m ²)
μ	Viscosité de l'air (g/cm-s)
Pr fiss rdc	Profondeur des fissures sous le rez-de-chaussée (m)
r _{crack}	Rayon équivalent des fissures (m)

↪ Calcul de la **surface totale des fissures** (A_{crack}) selon l'équation 16 de Johnson & Ettinger :

$$A_{crack} = r_{crack} \times 2(Long + Lar)$$

↪ La **fraction de surface occupée par les fissures** (η) se calcule donc ainsi (η est sans dimension) :

$$\eta = \frac{A_{crack}}{Long \times Lar}$$

↪ Calcul du **coefficient de diffusion effectif équivalent à travers les fissures, équivalent au coefficient de diffusion effectif équivalent du sol** ($Deff_F$ ou $Deff_sol$) selon la 1^{ère} équation A13 du Tier 2 de RBCA ou l'équation 11 de Johnson & Ettinger :

$$Deff_sol = D_{air} \cdot \frac{\theta_{as,int}^{3.33}}{(\theta_{as,int} + \theta_{es,int})^2} + \frac{D_{eau}}{H} \cdot \frac{\theta_{es,int}^{3.33}}{(\theta_{as,int} + \theta_{es,int})^2}$$

	Avec : D_{eff_sol} Coefficient de diffusion effectif équivalent du sol (m^2/s) D_{air} Diffusivité dans l'air, pour la substance considérée (m^2/s) D_{eau} Diffusivité dans l'eau, pour la substance considérée (m^2/s) $\theta_{as,int}$ Teneur en air volumique de la couche de sol (sans dimension) $\theta_{es,int}$ Teneur en eau volumique de la couche de sol (sans dimension) H Constante de Henry, pour la substance considérée (sans dimension)
--	--

Les valeurs numériques utilisées sont les suivantes :

<i>Paramètres calculés ou par défaut</i>	Acronyme	Valeur	Unité	Source
Densité	Dens	1.7	g/cm ³	BP RISC
Rayon équivalent des fissures_plain pied	r_crack	0.001	m	Paramètre par défaut de Johnson & Ettinger
Différence de pression sol/RDC	Diff_P_sol_rdc	40	g/cm-s ²	Paramètre par défaut de Johnson & Ettinger
Densité des fissures	Dens_fiss	0.2	/m ²	Paramètre par défaut de Johnson & Ettinger
Fraction d'ouverture dans la dalle	fof	1.00E-05	-	Paramètre par défaut de Johnson & Ettinger
Fraction de surface occupée par des fissures	nu	5.0E-04		Paramètre par défaut de Johnson & Ettinger
Tortuosité	Tau	1	-	Paramètre par défaut de Johnson & Ettinger
Viscosité de l'air	μ	1.75E-04	g/cm-s	Paramètre par défaut de Johnson & Ettinger

MODELISATION DE LA REMONTEE DE VAPEURS A L'EXTERIEUR, SUR UN SOL RECOUVERT PAR DES VOIRIES

Modèle utilisé : « Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites ». Les équations correspondent principalement à l'équation CM-3a du modèle RBCA, décomposée en 2 parties pour une meilleure compréhension.

Les différentes étapes modélisées sont les suivantes :

- ① A partir des concentrations dans les sols, estimation des concentrations en substances volatiles dans l'air du sol,
- ② A partir des concentrations estimées dans l'air du sol, calcul des concentrations dans l'air ambiant.

①

Concentrations mesurées en
nappe ou dans les sols



Concentrations dans l'air du sol

A partir des concentrations mesurées dans les sols

La concentration dans les gaz du sol se calcule de la façon suivante (tiré de la première partie de l'équation CM-3a) :

Le **minimum entre les deux termes suivants** doit être retenu :

C_{air du sol} - 1

$$\frac{H \times \rho \times 1000}{\theta_{\text{eau du sol}} + K_{oc} \times foc \times \rho + H \times \theta_{\text{air du sol}}} \times C_{\text{sol}}$$

C_{air du sol} - 2

$$H \times S \times 1000$$

(Correspond à la saturation de l'air du sol par la substance)

Avec :

C _{air du sol}	Concentration dans l'air du sol (en mg/m ³)
C _{sol}	Concentration mesurée dans les sols (mg/kg)
H	Constante de Henry adimensionnelle (-)
ρ	Densité du sol (en g/cm ³)
θ _{eau du sol}	Teneur en eau du sol (-)
θ _{air du sol}	Teneur en air du sol (-)
K _{oc}	Coefficient de partage carbone organique/eau du sol (en cm ³ /g)
foc	Fraction de carbone organique dans le sol (-)
S	Solubilité (mg/L)

②

Concentrations dans l'air du sol



Concentration dans l'air ambiant

Le calcul de la concentration dans l'air ambiant à partir de la concentration dans l'air du sol est le suivant (principe de l'équation CM-3a de RBCA) :

$$C_{air\ ambiant} = C_{air\ du\ sol} \times FA$$

Avec :

$C_{air\ ambiant}$	Concentration dans l'air ambiant (en mg/m ³)
$C_{air\ du\ sol}$	Concentration dans l'air du sol (en mg/m ³)
FA	Facteur d'atténuation (sans unité)

Le facteur d'atténuation est calculé ainsi (2^{ème} partie de l'équation CM-3a) :

$$FA = \frac{1}{1 + \frac{v \times h_{mel} \times Prof_{source}}{D_{eff\ sol\ enr} \times L_{zp\ voiries}}}$$

Avec (le calcul de certains des paramètres suivants est présenté ci-après) :

v	Vitesse du vent (m/s)
h_{mel}	Hauteur de la zone de mélange dans l'air ambiant (m). Cette valeur diffère pour l'adulte et pour l'enfant, c'est la hauteur de la « boîte de mélange » des gaz dans l'air ambiant.
$Prof_{source}$	Profondeur de la source soit l'épaisseur d'enrobé + l'épaisseur de sol (m)
$L_{zp\ sol\ voiries}$	Longueur de la zone d'émission (m), c'est-à-dire la longueur de la zone polluée
$D_{eff\ total}$	Coefficient de diffusion effectif équivalent pour toute la hauteur sol-enrobé (m ² /s)

Calcul des paramètres de calcul intermédiaires

↪ Calcul du coefficient de diffusion effectif équivalent pour toute la hauteur sol-enrobé ($D_{eff\ sol\ enr}$) selon la 2^{ème} équation A13 du Tier 2 de RBCA :

$$D_{eff\ total} = \frac{Prof_{source} + Ep_{enr}}{\frac{Prof_{source}}{D_{eff\ sol\ enr}} + \frac{Ep_{enr}}{D_{eff\ enr}}}$$

Avec :

Ep_{enr}	Epaisseur d'enrobé (m)
$D_{eff\ enr}$	Coefficient de diffusion effectif équivalent de l'enrobé (m ² /s)
$D_{eff\ sol\ enr}$	Coefficient de diffusion effectif équivalent du sol (m ² /s)

↪ Calcul du coefficient de diffusion effectif équivalent à travers le sol ($D_{eff\ sol\ enr}$) selon la 1^{ère} équation A13 du Tier 2 de RBCA :

$$D_{eff\ sol\ enr} = D_{air} \cdot \frac{\theta_{as,int}^{3.33}}{(\theta_{as,int} + \theta_{es,int})^2} + \frac{D_{eau}}{H} \cdot \frac{\theta_{es,int}^{3.33}}{(\theta_{as,int} + \theta_{es,int})^2}$$

Calcul des paramètres de calcul intermédiaires	Avec :	
	$Deff_sol_enr$	Coefficient de diffusion effectif équivalent du sol (m²/s)
	D_{air}	Diffusivité dans l'air, pour la substance considérée (m²/s)
	D_{eau}	Diffusivité dans l'eau, pour la substance considérée (m²/s)
	$\theta_{as,int}$	Teneur en air volumique de la couche de sol (sans dimension)
	$\theta_{es,int}$	Teneur en eau volumique de la couche de sol (sans dimension)
	H	Constante de Henry, pour la substance considérée (sans dimension)

Les valeurs numériques utilisées sont les suivantes :

<i>Paramètres calculés ou par défaut</i>	Acronyme	Valeur	Unité	Source
Densité	Dens_ext_enr	1.7	g/cm3	BP RISC
Hauteur de la zone de mélange - Adulte	h_mel_ad	1.5	m	HESP
Hauteur de la zone de mélange - Enfant	h_mel_enf	1.0	m	HESP
Vitesse moyenne du vent	v	3	m/s	Valeur sécuritaire
Teneur en air de l'enrobé	Oae	0.1	-	Valeur bibliographique
Teneur en eau de l'enrobé	Oee	0	-	Valeur bibliographique



Annexe 11 : Mode de calcul des concentrations inhalées





Pour les scénarios d'inhalation de vapeur, le calcul est le suivant :

$$CI = C_i \times FE \times T/T_m$$

Avec :

CI	Concentration moyenne inhalée (mg/m ³)
Ci	Concentration de substance dans l'air inhalé pendant la durée d'exposition c'est-à-dire la concentration obtenue par modélisation (mg/m ³)
FE	Fréquence d'exposition, soit le nombre annuel de jours d'exposition (jours/an)
T	Durée d'exposition (années)
Tm	Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)



Annexe 12 : Calculs de risque détaillés par scénario



Calculs de risques détaillés par scénario - Voie A : Inhalation de vapeurs au droit de l'atelier (bâtiment de plain-pied)

Substances	SOURCE		AIR DU SOL		AIR AMBIANT RDC		CI A SEUIL		CI SANS SEUIL		QD ADULTE				ERI ADULTE			
	Concentrations		Concentrations (mg/m3)		Concentrations (mg/m3)		Adulte (mg/m3)		Adulte (mg/m3)		Source gaz du sol	Source sol	SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL	Source gaz du sol	Source sol	SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL
	Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Mesurée	Simulée source sol	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol								
Mercure	NC	4,41E-01	NC	8,03E-01	NC	3,19E-05	NC	6,42E-06	NC	NC	NC	2,14E-01	2,14E-01	2,14E-01	NC	NC	NC	NC
Acénaphène	NC	1,60E+00	NC	1,08E+00	NC	4,34E-05	NC	8,71E-06	NC	5,23E-06	NC	NC	NC	NC	NC	3,14E-09	3,14E-09	3,14E-09
Acénaphylène	NC	1,10E+00	NC	7,66E-01	NC	3,06E-05	NC	6,16E-06	NC	3,69E-06	NC	NC	NC	NC	NC	2,22E-09	2,22E-09	2,22E-09
Anthracène	NC	1,80E+00	NC	7,49E-02	NC	3,00E-06	NC	6,02E-07	NC	3,61E-07	NC	NC	NC	NC	NC	2,17E-09	2,17E-09	2,17E-09
Benzo(b)fluoranthène	NC	7,20E+00	NC	7,56E-02	NC	3,01E-06	NC	NC	NC	3,63E-07	NC	NC	NC	NC	NC	2,18E-08	2,18E-08	2,18E-08
Benzo(g,h,i)pérylène	NC	2,70E+00	NC	7,88E-06	NC	3,17E-10	NC	6,36E-11	NC	3,82E-11	NC	NC	NC	NC	NC	2,29E-13	2,29E-13	2,29E-13
Benzo(k)fluoranthène	NC	1,80E+00	NC	1,32E-05	NC	5,27E-10	NC	NC	NC	6,35E-11	NC	NC	NC	NC	NC	3,81E-12	3,81E-12	3,81E-12
Benzo(a)anthracène	NC	4,50E+00	NC	2,20E-03	NC	8,84E-08	NC	NC	NC	1,07E-08	NC	NC	NC	NC	NC	6,39E-10	6,39E-10	6,39E-10
Benzo(a)pyrène	NC	4,10E+00	NC	6,72E-06	NC	2,71E-10	NC	5,44E-11	NC	3,26E-11	NC	2,72E-05	2,72E-05	2,72E-05	NC	3,59E-11	3,59E-11	3,59E-11
Chrysène	NC	3,80E+00	NC	8,00E-05	NC	3,18E-09	NC	NC	NC	3,84E-10	NC	NC	NC	NC	NC	2,30E-12	2,30E-12	2,30E-12
Dibenzo(a,h)anthracène	NC	8,30E-01	NC	5,75E-07	NC	2,33E-11	NC	NC	NC	2,81E-12	NC	NC	NC	NC	NC	1,68E-12	1,68E-12	1,68E-12
Fluoranthène	NC	3,80E+00	NC	8,97E-03	NC	3,59E-07	NC	7,21E-08	NC	4,32E-08	NC	NC	NC	NC	NC	2,59E-11	2,59E-11	2,59E-11
Fluorène	NC	2,70E+00	NC	6,82E-01	NC	2,74E-05	NC	5,50E-06	NC	3,30E-06	NC	NC	NC	NC	NC	1,98E-09	1,98E-09	1,98E-09
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	NC	3,30E+00	NC	3,22E-06	NC	1,29E-10	NC	NC	NC	1,56E-11	NC	NC	NC	NC	NC	9,34E-13	9,34E-13	9,34E-13
Naphtalène	5,61E-02	5,80E-01	5,61E-02	4,71E+00	2,25E-06	1,89E-04	4,53E-07	3,80E-05	2,72E-07	2,28E-05	1,22E-05	1,03E-03	1,04E-03	1,03E-03	1,52E-09	1,28E-07	1,29E-07	1,28E-07
Phénanthrène	NC	6,30E+00	NC	1,48E+00	NC	5,93E-05	NC	1,19E-05	NC	7,15E-06	NC	NC	NC	NC	NC	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09
Pyrène	NC	3,10E+00	NC	8,45E-03	NC	3,36E-07	NC	6,74E-08	NC	4,05E-08	NC	NC	NC	NC	NC	2,43E-11	2,43E-11	2,43E-11
Aliphatiques C5-C6	5,06E+01	NC	5,06E+01	NC	2,05E-03	NC	4,11E-04	NC	NC	NC	1,37E-04	NC	1,37E-04	1,37E-04	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>6-C8	4,81E+02	NC	4,81E+02	NC	1,95E-02	NC	3,91E-03	NC	NC	NC	2,13E-04	NC	2,13E-04	2,13E-04	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>8-C10	3,46E+02	NC	3,46E+02	NC	1,40E-02	NC	2,81E-03	NC	NC	NC	2,81E-03	NC	2,81E-03	2,81E-03	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>10-C12	1,41E+02	NC	1,41E+02	NC	5,69E-03	NC	1,14E-03	NC	NC	NC	1,14E-03	NC	1,14E-03	1,14E-03	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>12-C16	5,27E+00	NC	5,27E+00	NC	2,13E-04	NC	4,28E-05	NC	NC	NC	4,28E-05	NC	4,28E-05	4,28E-05	NC	NC	NC	NC
Aromatiques C>8-C10	7,16E+00	NC	7,16E+00	NC	2,89E-04	NC	5,81E-05	NC	NC	NC	2,91E-04	NC	2,91E-04	2,91E-04	NC	NC	NC	NC
Aromatiques C>10-C12	8,38E+00	2,36E+02	8,38E+00	3,50E+03	3,39E-04	1,42E-01	6,81E-05	2,84E-02	NC	NC	3,40E-04	1,42E-01	1,43E-01	1,42E-01	NC	NC	NC	NC
Aromatiques C>12-C16	1,81E+00	NC	1,81E+00	NC	7,32E-05	NC	1,47E-05	NC	NC	NC	7,36E-05	NC	7,36E-05	7,36E-05	NC	NC	NC	NC
Benzène	3,18E+01	1,70E-01	3,18E+01	1,18E+02	1,28E-03	4,77E-03	2,58E-04	9,59E-04	1,55E-04	5,75E-04	2,58E-02	9,59E-02	1,22E-01	9,59E-02	4,02E-06	1,50E-05	1,90E-05	1,50E-05
Ethylbenzène	1,93E+00	2,07E+00	1,93E+00	5,11E+02	7,79E-05	2,06E-02	1,56E-05	4,15E-03	9,39E-06	2,49E-03	1,04E-05	2,76E-03	2,77E-03	2,76E-03	2,35E-08	6,22E-06	6,24E-06	6,22E-06
Toluène	1,84E-01	9,40E-01	1,84E-01	5,35E+02	7,43E-06	2,16E-02	1,49E-06	4,34E-03	NC	NC	7,86E-08	2,29E-04	2,29E-04	2,29E-04	NC	NC	NC	NC
Xylènes totaux	8,66E+00	2,53E+00	8,66E+00	1,25E+03	3,49E-04	5,02E-02	7,02E-05	1,01E-02	NC	NC	7,02E-04	1,01E-01	1,02E-01	1,01E-01	NC	NC	NC	NC
Chloroforme (Trichlorométhane)	3,78E-02	NC	3,78E-02	NC	1,53E-06	NC	3,07E-07	NC	NC	NC	4,88E-06	NC	4,88E-06	4,88E-06	NC	NC	NC	NC
Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	8,80E-03	NC	8,80E-03	NC	3,56E-07	NC	7,15E-08	NC	4,29E-08	NC	1,19E-07	NC	1,19E-07	1,19E-07	4,29E-13	NC	4,29E-13	4,29E-13
Chlorure de vinyle	1,29E-02	NC	1,29E-02	NC	5,22E-07	NC	1,05E-07	NC	6,29E-08	NC	1,05E-06	NC	1,05E-06	1,05E-06	2,39E-10	NC	2,39E-10	2,39E-10
Dichloroéthane, 1,1-	3,35E-02	NC	3,35E-02	NC	1,35E-06	NC	NC	NC	1,63E-07	NC	NC	NC	NC	NC	2,61E-10	NC	2,61E-10	2,61E-10
Dichloroéthène, 1,1-	2,00E-03	NC	2,00E-03	NC	8,08E-08	NC	1,62E-08	NC	NC	NC	8,12E-08	NC	8,12E-08	8,12E-08	NC	NC	NC	NC
Dichloroéthène, 1,2cis-	3,92E-02	NC	3,92E-02	NC	1,58E-06	NC	3,18E-07	NC	NC	NC	5,29E-06	NC	5,29E-06	5,29E-06	NC	NC	NC	NC
Dichloroéthène, 1,2trans-	1,02E-02	NC	1,02E-02	NC	4,11E-07	NC	8,26E-08	NC	NC	NC	1,38E-06	NC	1,38E-06	1,38E-06	NC	NC	NC	NC
Tétrachloroéthène (PCE)	1,82E-02	5,00E-02	1,82E-02	2,96E+01	7,34E-07	1,19E-03	1,47E-07	2,40E-04	8,85E-08	1,44E-04	3,69E-07	5,99E-04	6,00E-04	5,99E-04	2,30E-11	3,74E-08	3,74E-08	3,74E-08
Trichloroéthane, 1,1,1-	1,41E-01	NC	1,41E-01	NC	5,68E-06	NC	1,14E-06	NC	NC	NC	1,14E-06	NC	1,14E-06	1,14E-06	NC	NC	NC	NC
Trichloroéthène (TCE)	4,30E-02	9,00E-02	4,30E-02	6,49E+01	1,74E-06	2,62E-03	3,49E-07	5,26E-04	2,09E-07	3,16E-04	1,09E-07	1,64E-04	1,64E-04	1,64E-04	2,09E-10	3,16E-07	3,16E-07	3,16E-07
Dioxines	NC	4,10E-05	NC	1,84E-09	NC	2,28E-13	NC	4,58E-14	NC	2,75E-14	NC	1,14E-06	1,14E-06	1,14E-06	NC	NC	NC	NC
PCB	NC	3,50E+00	NC	6,27E-02	NC	2,53E-06	NC	5,09E-07	NC	3,05E-07	NC	1,02E-03	1,02E-03	1,02E-03	NC	3,05E-08	3,05E-08	3,05E-08

Calculs de risques détaillés par scénario - Voie B : Inhalation de vapeurs au droit des algecos (bureaux)

Substances	SOURCE		AIR DU SOL		AIR AMBIANT		CI A SEUIL		CI SANS SEUIL		QD ADULTE				ERI ADULTE			
	Concentrations		Concentrations (mg/m3)		Concentrations (mg/m3) - Adulte		Adulte (mg/m3)		Adulte (mg/m3)		Source gaz du sol	Source sol	SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL	Source gaz du sol	Source sol	SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL
	Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Mesurée	Simulée source sol	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol								
Mercur	NC	4,41E-01	NC	8,03E-01	NC	2,66E-06	NC	5,34E-07	NC	NC	NC	1,78E-02	1,78E-02	1,78E-02	NC	NC	NC	NC
Acénaphène	NC	1,60E+00	NC	1,08E+00	NC	4,92E-06	NC	9,89E-07	NC	5,93E-07	NC	NC	NC	NC	NC	3,56E-10	3,56E-10	3,56E-10
Acénaphylène	NC	1,10E+00	NC	7,66E-01	NC	3,31E-06	NC	6,65E-07	NC	3,99E-07	NC	NC	NC	NC	NC	2,39E-10	2,39E-10	2,39E-10
Anthracène	NC	1,80E+00	NC	7,49E-02	NC	3,46E-07	NC	6,95E-08	NC	4,17E-08	NC	NC	NC	NC	NC	2,50E-10	2,50E-10	2,50E-10
Benzo(b)fluoranthène	NC	7,20E+00	NC	7,56E-02	NC	2,72E-07	NC	NC	NC	3,28E-08	NC	NC	NC	NC	NC	1,97E-09	1,97E-09	1,97E-09
Benzo(g,h,i)pérylène	NC	2,70E+00	NC	7,88E-06	NC	4,41E-11	NC	8,85E-12	NC	5,31E-12	NC	NC	NC	NC	NC	3,19E-14	3,19E-14	3,19E-14
Benzo(k)fluoranthène	NC	1,80E+00	NC	1,32E-05	NC	3,84E-11	NC	NC	NC	4,63E-12	NC	NC	NC	NC	NC	2,78E-13	2,78E-13	2,78E-13
Benzo(a)anthracène	NC	4,50E+00	NC	2,20E-03	NC	1,23E-08	NC	NC	NC	1,48E-09	NC	NC	NC	NC	NC	8,86E-11	8,86E-11	8,86E-11
Benzo(a)pyrène	NC	4,10E+00	NC	6,72E-06	NC	3,69E-11	NC	7,42E-12	NC	4,45E-12	NC	3,71E-06	3,71E-06	3,71E-06	NC	4,90E-12	4,90E-12	4,90E-12
Chrysène	NC	3,80E+00	NC	8,00E-05	NC	2,34E-10	NC	NC	NC	2,82E-11	NC	NC	NC	NC	NC	1,69E-13	1,69E-13	1,69E-13
Dibenzo(a,h)anthracène	NC	8,30E-01	NC	5,75E-07	NC	2,97E-12	NC	NC	NC	3,58E-13	NC	NC	NC	NC	NC	2,15E-13	2,15E-13	2,15E-13
Fluoranthène	NC	3,80E+00	NC	8,97E-03	NC	3,80E-08	NC	7,64E-09	NC	4,58E-09	NC	NC	NC	NC	NC	2,75E-12	2,75E-12	2,75E-12
Fluorène	NC	2,70E+00	NC	6,82E-01	NC	3,36E-06	NC	6,75E-07	NC	4,05E-07	NC	NC	NC	NC	NC	2,43E-10	2,43E-10	2,43E-10
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	NC	3,30E+00	NC	3,22E-06	NC	1,27E-11	NC	NC	NC	1,53E-12	NC	NC	NC	NC	NC	9,18E-14	9,18E-14	9,18E-14
Naphtalène	5,61E-02	5,80E-01	5,61E-02	4,71E+00	3,27E-07	2,74E-05	6,57E-08	5,51E-06	3,94E-08	3,31E-06	1,78E-06	1,49E-04	1,51E-04	1,49E-04	2,21E-10	1,85E-08	1,87E-08	1,85E-08
Phénanthrène	NC	6,30E+00	NC	1,48E+00	NC	8,61E-06	NC	1,73E-06	NC	1,04E-06	NC	NC	NC	NC	NC	6,23E-10	6,23E-10	6,23E-10
Pyrène	NC	3,10E+00	NC	8,45E-03	NC	2,49E-08	NC	5,01E-09	NC	3,00E-09	NC	NC	NC	NC	NC	1,80E-12	1,80E-12	1,80E-12
Aliphatiques C5-C6	5,06E+01	NC	5,06E+01	NC	5,46E-04	NC	1,10E-04	NC	NC	NC	3,66E-05	NC	3,66E-05	3,66E-05	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>6-C8	4,81E+02	NC	4,81E+02	NC	5,20E-03	NC	1,04E-03	NC	NC	NC	5,67E-05	NC	5,67E-05	5,67E-05	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>8-C10	3,46E+02	NC	3,46E+02	NC	3,73E-03	NC	7,49E-04	NC	NC	NC	7,49E-04	NC	7,49E-04	7,49E-04	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>10-C12	1,41E+02	NC	1,41E+02	NC	1,52E-03	NC	3,05E-04	NC	NC	NC	3,05E-04	NC	3,05E-04	3,05E-04	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>12-C16	5,27E+00	NC	5,27E+00	NC	5,68E-05	NC	1,14E-05	NC	NC	NC	1,14E-05	NC	1,14E-05	1,14E-05	NC	NC	NC	NC
Aromatiques C>8-C10	7,16E+00	NC	7,16E+00	NC	7,72E-05	NC	1,55E-05	NC	NC	NC	7,76E-05	NC	7,76E-05	7,76E-05	NC	NC	NC	NC
Aromatiques C>10-C12	8,38E+00	2,36E+02	8,38E+00	3,50E+03	9,04E-05	3,78E-02	1,82E-05	7,59E-03	NC	NC	9,08E-05	3,79E-02	3,80E-02	3,79E-02	NC	NC	NC	NC
Aromatiques C>12-C16	1,81E+00	NC	1,81E+00	NC	1,95E-05	NC	3,93E-06	NC	NC	NC	1,96E-05	NC	1,96E-05	1,96E-05	NC	NC	NC	NC
Benzène	3,18E+01	1,70E-01	3,18E+01	1,18E+02	3,02E-04	1,12E-03	6,06E-05	2,25E-04	3,64E-05	1,35E-04	6,06E-03	2,25E-02	2,86E-02	2,25E-02	9,46E-07	3,52E-06	4,46E-06	3,52E-06
Ethylbenzène	1,93E+00	2,07E+00	1,93E+00	5,11E+02	1,56E-05	4,14E-03	3,14E-06	8,32E-04	1,88E-06	4,99E-04	2,09E-06	5,54E-04	5,56E-04	5,54E-04	4,71E-09	1,25E-06	1,25E-06	1,25E-06
Toluène	1,84E-01	9,40E-01	1,84E-01	5,35E+02	1,73E-06	5,02E-03	3,47E-07	1,01E-03	NC	NC	1,83E-08	5,31E-05	5,31E-05	5,31E-05	NC	NC	NC	NC
Xylènes totaux	8,66E+00	2,53E+00	8,66E+00	1,25E+03	6,75E-05	9,70E-03	1,36E-05	1,95E-03	NC	NC	1,36E-04	1,95E-02	1,96E-02	1,95E-02	NC	NC	NC	NC
Chloroforme (Trichlorométhane)	3,78E-02	NC	3,78E-02	NC	4,24E-07	NC	8,52E-08	NC	NC	NC	1,35E-06	NC	1,35E-06	1,35E-06	NC	NC	NC	NC
Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	8,80E-03	NC	8,80E-03	NC	9,69E-08	NC	1,95E-08	NC	1,17E-08	NC	3,24E-08	NC	3,24E-08	3,24E-08	1,17E-13	NC	1,17E-13	1,17E-13
Chlorure de vinyle	1,29E-02	NC	1,29E-02	NC	1,48E-07	NC	2,96E-08	NC	1,78E-08	NC	2,96E-07	NC	2,96E-07	2,96E-07	6,76E-11	NC	6,76E-11	6,76E-11
Dichloroéthane, 1,1-	3,35E-02	NC	3,35E-02	NC	2,68E-07	NC	NC	NC	3,23E-08	NC	NC	NC	NC	NC	5,17E-11	NC	5,17E-11	5,17E-11
Dichloroéthène, 1,1-	2,00E-03	NC	2,00E-03	NC	1,88E-08	NC	3,77E-09	NC	NC	NC	1,89E-08	NC	1,89E-08	1,89E-08	NC	NC	NC	NC
Dichloroéthène, 1,2cis-	3,92E-02	NC	3,92E-02	NC	3,11E-07	NC	6,25E-08	NC	NC	NC	1,04E-06	NC	1,04E-06	1,04E-06	NC	NC	NC	NC
Dichloroéthène, 1,2trans-	1,02E-02	NC	1,02E-02	NC	7,78E-08	NC	1,56E-08	NC	NC	NC	2,61E-07	NC	2,61E-07	2,61E-07	NC	NC	NC	NC
Tétrachloroéthène (PCE)	1,82E-02	5,00E-02	1,82E-02	2,96E+01	1,41E-07	2,30E-04	2,84E-08	4,62E-05	1,70E-08	2,77E-05	7,10E-08	1,15E-04	1,16E-04	1,15E-04	4,43E-12	7,20E-09	7,21E-09	7,20E-09
Trichloroéthane, 1,1,1-	1,41E-01	NC	1,41E-01	NC	1,18E-06	NC	2,38E-07	NC	NC	NC	2,38E-07	NC	2,38E-07	2,38E-07	NC	NC	NC	NC
Trichloroéthène (TCE)	4,30E-02	9,00E-02	4,30E-02	6,49E+01	3,67E-07	5,53E-04	7,36E-08	1,11E-04	4,42E-08	6,66E-05	2,30E-08	3,47E-05	3,47E-05	3,47E-05	4,42E-11	6,66E-08	6,67E-08	6,66E-08
Dioxines	NC	4,10E-05	NC	1,84E-09	NC	7,14E-13	NC	1,43E-13	NC	8,60E-14	NC	3,58E-06	3,58E-06	3,58E-06	NC	NC	NC	NC
PCB	NC	3,50E+00	NC	6,27E-02	NC	6,76E-07	NC	1,36E-07	NC	8,15E-08	NC	2,72E-04	2,72E-04	2,72E-04	NC	8,15E-09	8,15E-09	8,15E-09

Calculs de risques détaillés par scénario - Voie C : Inhalation de vapeurs en extérieur sur zones bitumées

Substances	SOURCE		AIR DU SOL		AIR AMBIANT		CI A SEUIL		CI SANS SEUIL		QD ADULTE				ERI ADULTE			
	Concentrations		Concentrations (mg/m3)		Concentrations (mg/m3) - Adulte		Adulte (mg/m3)		Adulte (mg/m3)		Source gaz du sol	Source sol	SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL	Source gaz du sol	Source sol	SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL
	Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Mesurée	Simulée source sol	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol								
Mercure	NC	8,45E-02	NC	1,54E-01	NC	1,02E-06	NC	2,56E-08	NC	NC	NC	8,54E-04	8,54E-04	8,54E-04	NC	NC	NC	NC
Acénaphène	NC	2,50E-01	NC	1,69E-01	NC	1,54E-06	NC	3,86E-08	NC	2,32E-08	NC	NC	NC	NC	NC	1,39E-11	1,39E-11	1,39E-11
Acénaphylène	NC	2,30E-01	NC	1,60E-01	NC	1,38E-06	NC	3,47E-08	NC	2,08E-08	NC	NC	NC	NC	NC	1,25E-11	1,25E-11	1,25E-11
Anthracène	NC	5,00E-01	NC	2,08E-02	NC	1,92E-07	NC	4,83E-09	NC	2,90E-09	NC	NC	NC	NC	NC	1,74E-11	1,74E-11	1,74E-11
Benzo(b)fluoranthène	NC	1,83E+00	NC	6,94E-02	NC	4,99E-07	NC	NC	NC	7,52E-09	NC	NC	NC	NC	NC	4,51E-10	4,51E-10	4,51E-10
Benzo(g,h,i)pérylène	NC	7,90E-01	NC	7,88E-06	NC	8,81E-11	NC	2,21E-12	NC	1,33E-12	NC	NC	NC	NC	NC	7,97E-15	7,97E-15	7,97E-15
Benzo(k)fluoranthène	NC	6,00E-01	NC	1,32E-05	NC	7,68E-11	NC	NC	NC	1,16E-12	NC	NC	NC	NC	NC	6,95E-14	6,95E-14	6,95E-14
Benzo(a)anthracène	NC	1,13E+00	NC	1,30E-03	NC	1,44E-08	NC	NC	NC	2,18E-10	NC	NC	NC	NC	NC	1,31E-11	1,31E-11	1,31E-11
Benzo(a)pyrène	NC	1,11E+00	NC	1,82E-06	NC	2,00E-11	NC	5,02E-13	NC	3,01E-13	NC	2,51E-07	2,51E-07	2,51E-07	NC	3,32E-13	3,32E-13	3,32E-13
Chrysène	NC	1,18E+00	NC	8,00E-05	NC	4,68E-10	NC	NC	NC	7,05E-12	NC	NC	NC	NC	NC	4,23E-14	4,23E-14	4,23E-14
Dibenzo(a,h)anthracène	NC	2,50E-01	NC	1,73E-07	NC	1,79E-12	NC	NC	NC	2,69E-14	NC	NC	NC	NC	NC	1,62E-14	1,62E-14	1,62E-14
Fluoranthène	NC	1,64E+00	NC	3,87E-03	NC	3,28E-08	NC	8,24E-10	NC	4,94E-10	NC	NC	NC	NC	NC	2,97E-13	2,97E-13	2,97E-13
Fluorène	NC	3,80E-01	NC	9,60E-02	NC	9,45E-07	NC	2,37E-08	NC	1,42E-08	NC	NC	NC	NC	NC	8,55E-12	8,55E-12	8,55E-12
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	NC	9,20E-01	NC	8,98E-07	NC	7,07E-12	NC	NC	NC	1,07E-13	NC	NC	NC	NC	NC	6,40E-15	6,40E-15	6,40E-15
Naphtalène	7,70E-03	2,00E-01	7,70E-03	1,62E+00	8,97E-08	1,89E-05	2,25E-09	4,75E-07	1,35E-09	2,85E-07	6,09E-08	1,28E-05	1,29E-05	1,28E-05	7,57E-12	1,60E-09	1,60E-09	1,60E-09
Phénanthrène	NC	1,33E+00	NC	3,52E-01	NC	4,11E-06	NC	1,03E-07	NC	6,20E-08	NC	NC	NC	NC	NC	3,72E-11	3,72E-11	3,72E-11
Pyrène	NC	1,27E+00	NC	3,46E-03	NC	2,04E-08	NC	5,13E-10	NC	3,08E-10	NC	NC	NC	NC	NC	1,85E-13	1,85E-13	1,85E-13
Aliphatiques C5-C6	1,43E+01	NC	1,43E+01	NC	3,08E-04	NC	7,74E-06	NC	NC	NC	2,58E-06	NC	2,58E-06	2,58E-06	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>6-C8	1,03E+02	NC	1,03E+02	NC	2,23E-03	NC	5,61E-05	NC	NC	NC	3,05E-06	NC	3,05E-06	3,05E-06	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>8-C10	3,68E+01	NC	3,68E+01	NC	7,95E-04	NC	2,00E-05	NC	NC	NC	2,00E-05	NC	2,00E-05	2,00E-05	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>10-C12	1,34E+01	NC	1,34E+01	NC	2,88E-04	NC	7,24E-06	NC	NC	NC	7,24E-06	NC	7,24E-06	7,24E-06	NC	NC	NC	NC
Aliphatiques C>12-C16	7,50E-01	NC	7,50E-01	NC	1,62E-05	NC	4,06E-07	NC	NC	NC	4,06E-07	NC	4,06E-07	4,06E-07	NC	NC	NC	NC
Aromatiques C>8-C10	1,77E+00	NC	1,77E+00	NC	3,83E-05	NC	9,61E-07	NC	NC	NC	4,80E-06	NC	4,80E-06	4,80E-06	NC	NC	NC	NC
Aromatiques C>10-C12	9,69E-01	6,50E+01	9,69E-01	1,78E+03	2,09E-05	3,85E-02	5,25E-07	9,66E-04	NC	NC	2,63E-06	4,83E-03	4,83E-03	4,83E-03	NC	NC	NC	NC
Aromatiques C>12-C16	3,03E-01	NC	3,03E-01	NC	6,54E-06	NC	1,64E-07	NC	NC	NC	8,21E-07	NC	8,21E-07	8,21E-07	NC	NC	NC	NC
Benzène	2,98E+00	6,00E-02	2,98E+00	4,17E+01	5,65E-05	7,92E-04	1,42E-06	1,99E-05	8,52E-07	1,19E-05	1,42E-04	1,99E-03	2,13E-03	1,99E-03	2,21E-08	3,10E-07	3,32E-07	3,10E-07
Ethylbenzène	3,07E-01	1,70E-01	3,07E-01	4,20E+01	4,97E-06	6,80E-04	1,25E-07	1,71E-05	7,49E-08	1,02E-05	8,32E-08	1,14E-05	1,15E-05	1,14E-05	1,87E-10	2,56E-08	2,58E-08	2,56E-08
Toluène	3,10E-02	1,00E-01	3,10E-02	5,69E+01	5,82E-07	1,07E-03	1,46E-08	2,68E-05	NC	NC	7,69E-10	1,41E-06	1,41E-06	1,41E-06	NC	NC	NC	NC
Xylènes totaux	1,22E+00	2,80E-01	1,22E+00	1,38E+02	1,89E-05	2,15E-03	4,76E-07	5,39E-05	NC	NC	4,76E-06	5,39E-04	5,44E-04	5,39E-04	NC	NC	NC	NC
Chloroforme (Trichlorométhane)	9,00E-03	NC	9,00E-03	NC	2,02E-07	NC	5,07E-09	NC	NC	NC	8,05E-08	NC	8,05E-08	8,05E-08	NC	NC	NC	NC
Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	3,00E-03	NC	3,00E-03	NC	6,60E-08	NC	1,66E-09	NC	9,95E-10	NC	2,76E-09	NC	2,76E-09	2,76E-09	9,95E-15	NC	9,95E-15	9,95E-15
Chlorure de vinyle	4,00E-03	NC	4,00E-03	NC	9,15E-08	NC	2,30E-09	NC	1,38E-09	NC	2,30E-08	NC	2,30E-08	2,30E-08	5,24E-12	NC	5,24E-12	5,24E-12
Dichloroéthane, 1,1-	6,00E-03	NC	6,00E-03	NC	9,61E-08	NC	NC	NC	1,45E-09	NC	NC	NC	NC	NC	2,32E-12	NC	2,32E-12	2,32E-12
Dichloroéthène, 1,1-	2,00E-03	NC	2,00E-03	NC	3,75E-08	NC	9,43E-10	NC	NC	NC	4,72E-09	NC	4,72E-09	4,72E-09	NC	NC	NC	NC
Dichloroéthène, 1,2cis-	1,20E-02	NC	1,20E-02	NC	1,91E-07	NC	4,79E-09	NC	NC	NC	7,98E-08	NC	7,98E-08	7,98E-08	NC	NC	NC	NC
Dichloroéthène, 1,2trans-	3,00E-03	NC	3,00E-03	NC	4,58E-08	NC	1,15E-09	NC	NC	NC	1,92E-08	NC	1,92E-08	1,92E-08	NC	NC	NC	NC
Tétrachloroéthène (PCE)	4,00E-03	5,00E-02	4,00E-03	2,96E+01	6,21E-08	4,60E-04	1,56E-09	1,15E-05	9,37E-10	6,93E-06	3,90E-09	2,89E-05	2,89E-05	2,89E-05	2,43E-13	1,80E-09	1,80E-09	1,80E-09
Trichloroéthane, 1,1,1-	1,60E-02	NC	1,60E-02	NC	2,69E-07	NC	6,76E-09	NC	NC	NC	6,76E-09	NC	6,76E-09	6,76E-09	NC	NC	NC	NC
Trichloroéthène (TCE)	8,00E-03	5,00E-02	8,00E-03	3,60E+01	1,36E-07	6,14E-04	3,43E-09	1,54E-05	2,06E-09	9,26E-06	1,07E-09	4,82E-06	4,82E-06	4,82E-06	2,06E-12	9,26E-09	9,26E-09	9,26E-09
Dioxines	NC	2,40E-05	NC	1,07E-09	NC	8,35E-13	NC	2,10E-14	NC	1,26E-14	NC	5,24E-07	5,24E-07	5,24E-07	NC	NC	NC	NC
PCB	NC	5,90E-01	NC	1,06E-02	NC	2,28E-07	NC	5,72E-09	NC	3,43E-09	NC	1,14E-05	1,14E-05	1,14E-05	NC	3,43E-10	3,43E-10	3,43E-10



Annexe 13 : Somme des quotients de danger par organe cible



Somme des QD par organe cible - Cumul A + C

QD ADULTE		Appareil respiratoire	Audition	Cancérogénèse rénale	Coordination motrice	Développement	Foie	Organe cible indéterminé ou multiple	Poids (variations)	Reins	Sang/moelle osseuse	Système immunitaire	Système nerveux
INORGANQUES / METAUX													
7439-97-6	Mercure												2,1E-01
HAP													
50-32-8	Benzo(a)pyrène					2,7E-05							
91-20-3	Naphtalène	1,0E-03											
COUPES D'HYDROCARBURES													
-	Aliphatiques C5-C6							1,4E-04					
-	Aliphatiques C>6-C8												2,2E-04
-	Aliphatiques C>8-C10						2,8E-03				2,8E-03		
-	Aliphatiques C>10-C12						1,2E-03				1,2E-03		
-	Aliphatiques C>12-C16						4,3E-05				4,3E-05		
-	Aromatiques C>8-C10								3,0E-04				
-	Aromatiques C>10-C12								1,5E-01				
-	Aromatiques C>12-C16								7,4E-05				
BTEX													
71-43-2	Benzène											9,8E-02	
100-41-4	Ethylbenzène		2,8E-03										
108-88-3	Toluène												2,3E-04
1330-20-7	Xylènes totaux				1,0E-01								
HALOGENES													
67-66-3	Chloroforme (Trichlorométhane)			5,0E-06									
75-09-2	Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)						1,2E-07						
75-01-4	Chlorure de vinyle						1,1E-06						
75-35-4	Dichloroéthène, 1,1-						8,6E-08						
156-59-2	Dichloroéthène, 1,2cis-							5,4E-06					
156-60-5	Dichloroéthène, 1,2trans-							1,4E-06					
127-18-4	Tétrachloroéthène (PCE)												6,3E-04
71-55-6	Trichloroéthane, 1,1,1-												1,1E-06
79-01-6	Trichloroéthène (TCE)									1,7E-04			
ORGANIQUES													
1746-01-6	Dioxines							1,7E-06					
1336-36-3	PCB							1,0E-03					
Somme par organe cible		1,0E-03	2,8E-03	5,0E-06	1,0E-01	2,7E-05	4,0E-03	1,2E-03	1,5E-01	1,7E-04	4,0E-03	9,8E-02	2,2E-01

Somme des QD par organe cible - Cumul A + C

QD ADULTE		Appareil respiratoire	Audition	Cancérogénèse rénale	Coordination motrice	Développement	Foie	Organe cible indéterminé ou multiple	Poids (variations)	Reins	Sang/moelle osseuse	Système immunitaire	Système nerveux
INORGANQUES / METAUX													
7439-97-6	Mercure												1,9E-02
HAP													
50-32-8	Benzo(a)pyrène					4,0E-06							
91-20-3	Naphtalène	1,6E-04											
COUPES D'HYDROCARBURES													
-	Aliphatiques C5-C6							3,9E-05					
-	Aliphatiques C>6-C8												6,0E-05
-	Aliphatiques C>8-C10						7,7E-04				7,7E-04		
-	Aliphatiques C>10-C12						3,1E-04				3,1E-04		
-	Aliphatiques C>12-C16						1,2E-05				1,2E-05		
-	Aromatiques C>8-C10								8,2E-05				
-	Aromatiques C>10-C12								4,3E-02				
-	Aromatiques C>12-C16								2,0E-05				
BTEX													
71-43-2	Benzène											2,5E-02	
100-41-4	Ethylbenzène		5,7E-04										
108-88-3	Toluène												5,5E-05
1330-20-7	Xylènes totaux				2,0E-02								
HALOGENES													
67-66-3	Chloroforme (Trichlorométhane)			1,4E-06									
75-09-2	Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)						3,5E-08						
75-01-4	Chlorure de vinyle						3,2E-07						
75-35-4	Dichloroéthène, 1,1-						2,4E-08						
156-59-2	Dichloroéthène, 1,2cis-							1,1E-06					
156-60-5	Dichloroéthène, 1,2trans-							2,8E-07					
127-18-4	Tétrachloroéthène (PCE)												1,4E-04
71-55-6	Trichloroéthane, 1,1,1-												2,4E-07
79-01-6	Trichloroéthène (TCE)									4,0E-05			
ORGANIQUES													
1746-01-6	Dioxines							4,1E-06					
1336-36-3	PCB							2,8E-04					
Somme par organe cible		1,6E-04	5,7E-04	1,4E-06	2,0E-02	4,0E-06	1,1E-03	3,3E-04	4,3E-02	4,0E-05	1,1E-03	2,5E-02	1,9E-02



Annexe 14 : Cumul des scénarios



Somme des QD par organe cible - Cumul A + C

QD ADULTE		SOURCE - ZONE 1		SOURCE - ZONE 2		RDC		EXTERIEUR AVEC ENROBE - SOURCE 2		SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL
		Concentrations		Concentrations		Inhalation vapeurs		Inhalation vapeurs			
		Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol		
INORGANIQUES / METAUX											
7439-97-6	Mercuré	NC	4,41E-01	NC	8,45E-02	NC	2,14E-01	NC	8,54E-04	2,15E-01	2,15E-01
HAP											
83-32-9	Acénaphène	NC	1,60E+00	NC	2,50E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
208-96-8	Acénaphthylène	NC	1,10E+00	NC	2,30E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
120-12-7	Anthracène	NC	1,80E+00	NC	5,00E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
205-99-2	Benzo(b)fluoranthène	NC	7,20E+00	NC	1,83E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
191-24-2	Benzo(g,h,i)pérylène	NC	2,70E+00	NC	7,90E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
207-08-9	Benzo(k)fluoranthène	NC	1,80E+00	NC	6,00E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
56-55-3	Benzo(a)anthracène	NC	4,50E+00	NC	1,13E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
50-32-8	Benzo(a)pyrène	NC	4,10E+00	NC	1,11E+00	NC	2,72E-05	NC	2,51E-07	2,74E-05	2,74E-05
218-01-9	Chrysène	NC	3,80E+00	NC	1,18E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
53-70-3	Dibenzo(a,h)anthracène	NC	8,30E-01	NC	2,50E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
206-44-0	Fluoranthène	NC	3,80E+00	NC	1,64E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
86-73-7	Fluorène	NC	2,70E+00	NC	3,80E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
193-39-5	Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	NC	3,30E+00	NC	9,20E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
91-20-3	Naphtalène	5,61E-02	5,80E-01	7,70E-03	2,00E-01	1,22E-05	1,03E-03	6,09E-08	1,28E-05	1,05E-03	1,04E-03
85-01-8	Phénanthrène	NC	6,30E+00	NC	1,33E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
129-00-0	Pyrène	NC	3,10E+00	NC	1,27E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
COUPES D'HYDROCARBURES											
-	Aliphatiques C5-C6	5,06E+01	NC	1,43E+01	NC	1,37E-04	NC	2,58E-06	NC	1,40E-04	1,40E-04
-	Aliphatiques C>6-C8	4,81E+02	NC	1,03E+02	NC	2,13E-04	NC	3,05E-06	NC	2,16E-04	2,16E-04
-	Aliphatiques C>8-C10	3,46E+02	NC	3,68E+01	NC	2,81E-03	NC	2,00E-05	NC	2,83E-03	2,83E-03
-	Aliphatiques C>10-C12	1,41E+02	NC	1,34E+01	NC	1,14E-03	NC	7,24E-06	NC	1,15E-03	1,15E-03
-	Aliphatiques C>12-C16	5,27E+00	NC	7,50E-01	NC	4,28E-05	NC	4,06E-07	NC	4,32E-05	4,32E-05
-	Aromatiques C>8-C10	7,16E+00	NC	1,77E+00	NC	2,91E-04	NC	4,80E-06	NC	2,95E-04	2,95E-04
-	Aromatiques C>10-C12	8,38E+00	2,36E+02	9,69E-01	6,50E+01	3,40E-04	1,42E-01	2,63E-06	4,83E-03	1,47E-01	1,47E-01
-	Aromatiques C>12-C16	1,81E+00	NC	3,03E-01	NC	7,36E-05	NC	8,21E-07	NC	7,44E-05	7,44E-05
BTEX											
71-43-2	Benzène	3,18E+01	1,70E-01	2,98E+00	6,00E-02	2,58E-02	9,59E-02	1,42E-04	1,99E-03	1,24E-01	9,79E-02
100-41-4	Ethylbenzène	1,93E+00	2,07E+00	3,07E-01	1,70E-01	1,04E-05	2,76E-03	8,32E-08	1,14E-05	2,79E-03	2,78E-03
108-88-3	Toluène	1,84E-01	9,40E-01	3,10E-02	1,00E-01	7,86E-08	2,29E-04	7,69E-10	1,41E-06	2,30E-04	2,30E-04
1330-20-7	Xylènes totaux	8,66E+00	2,53E+00	1,22E+00	2,80E-01	7,02E-04	1,01E-01	4,76E-06	5,39E-04	1,02E-01	1,01E-01
HALOGENES											
67-66-3	Chloroforme (Trichlorométhane)	3,78E-02	NC	9,00E-03	NC	4,88E-06	NC	8,05E-08	NC	4,96E-06	4,96E-06
75-09-2	Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	8,80E-03	NC	3,00E-03	NC	1,19E-07	NC	2,76E-09	NC	1,22E-07	1,22E-07
75-01-4	Chlorure de vinyle	1,29E-02	NC	4,00E-03	NC	1,05E-06	NC	2,30E-08	NC	1,07E-06	1,07E-06
75-34-3	Dichloroéthane, 1,1-	3,35E-02	NC	6,00E-03	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
75-35-4	Dichloroéthène, 1,1-	2,00E-03	NC	2,00E-03	NC	8,12E-08	NC	4,72E-09	NC	8,59E-08	8,59E-08
156-59-2	Dichloroéthène, 1,2cis-	3,92E-02	NC	1,20E-02	NC	5,29E-06	NC	7,98E-08	NC	5,37E-06	5,37E-06
156-60-5	Dichloroéthène, 1,2trans-	1,02E-02	NC	3,00E-03	NC	1,38E-06	NC	1,92E-08	NC	1,40E-06	1,40E-06
127-18-4	Tétrachloroéthène (PCE)	1,82E-02	5,00E-02	4,00E-03	5,00E-02	3,69E-07	5,99E-04	3,90E-09	2,89E-05	6,28E-04	6,28E-04
71-55-6	Trichloroéthane, 1,1,1-	1,41E-01	NC	1,60E-02	NC	1,14E-06	NC	6,76E-09	NC	1,15E-06	1,15E-06
79-01-6	Trichloroéthène (TCE)	4,30E-02	9,00E-02	8,00E-03	5,00E-02	1,09E-07	1,64E-04	1,07E-09	4,82E-06	1,69E-04	1,69E-04
ORGANIQUES											
1746-01-6	Dioxines	NC	4,10E-05	NC	2,40E-05	NC	1,14E-06	NC	5,24E-07	1,67E-06	1,67E-06
1336-36-3	PCB	NC	3,50E+00	NC	5,90E-01	NC	1,02E-03	NC	1,14E-05	1,03E-03	1,03E-03

Somme des QD par organe cible - Cumul A + C

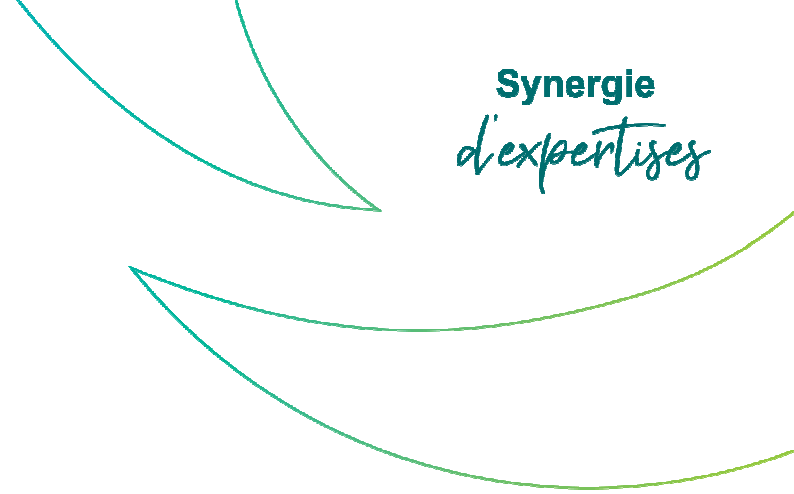
ERI ADULTE		SOURCE - ZONE 1		SOURCE - ZONE 2		RDC		EXTERIEUR AVEC ENROBE - SOURCE 2		SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL
		Concentrations		Concentrations		Inhalation vapeurs		Inhalation vapeurs			
		Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol		
INORGANIQUEs / METAUX											
7439-97-6	Mercure	NC	4,41E-01	NC	8,45E-02	NC	NC	NC	NC	NC	NC
HAP											
83-32-9	Acénaphène	NC	1,60E+00	NC	2,50E-01	NC	3,14E-09	NC	1,39E-11	3,15E-09	3,15E-09
208-96-8	Acénaphthylène	NC	1,10E+00	NC	2,30E-01	NC	2,22E-09	NC	1,25E-11	2,23E-09	2,23E-09
120-12-7	Anthracène	NC	1,80E+00	NC	5,00E-01	NC	2,17E-09	NC	1,74E-11	2,19E-09	2,19E-09
205-99-2	Benzo(b)fluoranthène	NC	7,20E+00	NC	1,83E+00	NC	2,18E-08	NC	4,51E-10	2,23E-08	2,23E-08
191-24-2	Benzo(g,h,i)pérylène	NC	2,70E+00	NC	7,90E-01	NC	2,29E-13	NC	7,97E-15	2,37E-13	2,37E-13
207-08-9	Benzo(k)fluoranthène	NC	1,80E+00	NC	6,00E-01	NC	3,81E-12	NC	6,95E-14	3,88E-12	3,88E-12
56-55-3	Benzo(a)anthracène	NC	4,50E+00	NC	1,13E+00	NC	6,39E-10	NC	1,31E-11	6,52E-10	6,52E-10
50-32-8	Benzo(a)pyrène	NC	4,10E+00	NC	1,11E+00	NC	3,59E-11	NC	3,32E-13	3,62E-11	3,62E-11
218-01-9	Chrysène	NC	3,80E+00	NC	1,18E+00	NC	2,30E-12	NC	4,23E-14	2,34E-12	2,34E-12
53-70-3	Dibenzo(a,h)anthracène	NC	8,30E-01	NC	2,50E-01	NC	1,68E-12	NC	1,62E-14	1,70E-12	1,70E-12
206-44-0	Fluoranthène	NC	3,80E+00	NC	1,64E+00	NC	2,59E-11	NC	2,97E-13	2,62E-11	2,62E-11
86-73-7	Fluorène	NC	2,70E+00	NC	3,80E-01	NC	1,98E-09	NC	8,55E-12	1,99E-09	1,99E-09
193-39-5	Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	NC	3,30E+00	NC	9,20E-01	NC	9,34E-13	NC	6,40E-15	9,41E-13	9,41E-13
91-20-3	Naphtalène	5,61E-02	5,80E-01	7,70E-03	2,00E-01	1,52E-09	1,28E-07	7,57E-12	1,60E-09	1,31E-07	1,29E-07
85-01-8	Phénanthrène	NC	6,30E+00	NC	1,33E+00	NC	4,29E-09	NC	3,72E-11	4,33E-09	4,33E-09
129-00-0	Pyrène	NC	3,10E+00	NC	1,27E+00	NC	2,43E-11	NC	1,85E-13	2,45E-11	2,45E-11
COUPES D'HYDROCARBURES											
-	Aliphatiques C5-C6	5,06E+01	NC	1,43E+01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aliphatiques C>6-C8	4,81E+02	NC	1,03E+02	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aliphatiques C>8-C10	3,46E+02	NC	3,68E+01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aliphatiques C>10-C12	1,41E+02	NC	1,34E+01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aliphatiques C>12-C16	5,27E+00	NC	7,50E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aromatiques C>8-C10	7,16E+00	NC	1,77E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aromatiques C>10-C12	8,38E+00	2,36E+02	9,69E-01	6,50E+01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aromatiques C>12-C16	1,81E+00	NC	3,03E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
BTEX											
71-43-2	Benzène	3,18E+01	1,70E-01	2,98E+00	6,00E-02	4,02E-06	1,50E-05	2,21E-08	3,10E-07	1,93E-05	1,53E-05
100-41-4	Ethylbenzène	1,93E+00	2,07E+00	3,07E-01	1,70E-01	2,35E-08	6,22E-06	1,87E-10	2,56E-08	6,27E-06	6,24E-06
108-88-3	Toluène	1,84E-01	9,40E-01	3,10E-02	1,00E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
1330-20-7	Xylènes totaux	8,66E+00	2,53E+00	1,22E+00	2,80E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
HALOGENES											
67-66-3	Chloroforme (Trichlorométhane)	3,78E-02	NC	9,00E-03	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
75-09-2	Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	8,80E-03	NC	3,00E-03	NC	4,29E-13	NC	9,95E-15	NC	4,39E-13	4,39E-13
75-01-4	Chlorure de vinyle	1,29E-02	NC	4,00E-03	NC	2,39E-10	NC	5,24E-12	NC	2,44E-10	2,44E-10
75-34-3	Dichloroéthane, 1,1-	3,35E-02	NC	6,00E-03	NC	2,61E-10	NC	2,32E-12	NC	2,63E-10	2,63E-10
75-35-4	Dichloroéthène, 1,1-	2,00E-03	NC	2,00E-03	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
156-59-2	Dichloroéthène, 1,2cis-	3,92E-02	NC	1,20E-02	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
156-60-5	Dichloroéthène, 1,2trans-	1,02E-02	NC	3,00E-03	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
127-18-4	Tétrachloroéthène (PCE)	1,82E-02	5,00E-02	4,00E-03	5,00E-02	2,30E-11	3,74E-08	2,43E-13	1,80E-09	3,92E-08	3,92E-08
71-55-6	Trichloroéthane, 1,1,1-	1,41E-01	NC	1,60E-02	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
79-01-6	Trichloroéthène (TCE)	4,30E-02	9,00E-02	8,00E-03	5,00E-02	2,09E-10	3,16E-07	2,06E-12	9,26E-09	3,25E-07	3,25E-07
ORGANIQUEs											
1746-01-6	Dioxines	NC	4,10E-05	NC	2,40E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
1336-36-3	PCB	NC	3,50E+00	NC	5,90E-01	NC	3,05E-08	NC	3,43E-10	3,09E-08	3,09E-08

Somme des QD par organe cible - Cumul A + C

QD ADULTE		SOURCE - ZONE 1		SOURCE - ZONE 2		EXTERIEUR AVEC ENROBE		EXTERIEUR AVEC ENROBE - SOURCE 2		SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL
		Concentrations		Concentrations		Inhalation vapeurs		Inhalation vapeurs			
		Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol		
INORGANIQUES / METAUX											
7439-97-6	Mercure	NC	4,41E-01	NC	8,45E-02	NC	1,78E-02	NC	8,54E-04	1,87E-02	1,87E-02
HAP											
83-32-9	Acénaphtène	NC	1,60E+00	NC	2,50E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
208-96-8	Acénaphtylène	NC	1,10E+00	NC	2,30E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
120-12-7	Anthracène	NC	1,80E+00	NC	5,00E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
205-99-2	Benzo(b)fluoranthène	NC	7,20E+00	NC	1,83E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
191-24-2	Benzo(g,h,i)pérylène	NC	2,70E+00	NC	7,90E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
207-08-9	Benzo(k)fluoranthène	NC	1,80E+00	NC	6,00E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
56-55-3	Benzo(a)anthracène	NC	4,50E+00	NC	1,13E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
50-32-8	Benzo(a)pyrène	NC	4,10E+00	NC	1,11E+00	NC	3,71E-06	NC	2,51E-07	3,96E-06	3,96E-06
218-01-9	Chrysène	NC	3,80E+00	NC	1,18E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
53-70-3	Dibenzo(a,h)anthracène	NC	8,30E-01	NC	2,50E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
206-44-0	Fluoranthène	NC	3,80E+00	NC	1,64E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
86-73-7	Fluorène	NC	2,70E+00	NC	3,80E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
193-39-5	Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	NC	3,30E+00	NC	9,20E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
91-20-3	Naphtalène	5,61E-02	5,80E-01	7,70E-03	2,00E-01	1,78E-06	1,49E-04	6,09E-08	1,28E-05	1,64E-04	1,62E-04
85-01-8	Phénanthrène	NC	6,30E+00	NC	1,33E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
129-00-0	Pyrène	NC	3,10E+00	NC	1,27E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC
COUPES D'HYDROCARBURES											
-	Aliphatiques C5-C6	5,06E+01	NC	1,43E+01	NC	3,66E-05	NC	2,58E-06	NC	3,92E-05	3,92E-05
-	Aliphatiques C>6-C8	4,81E+02	NC	1,03E+02	NC	5,67E-05	NC	3,05E-06	NC	5,98E-05	5,98E-05
-	Aliphatiques C>8-C10	3,46E+02	NC	3,68E+01	NC	7,49E-04	NC	2,00E-05	NC	7,69E-04	7,69E-04
-	Aliphatiques C>10-C12	1,41E+02	NC	1,34E+01	NC	3,05E-04	NC	7,24E-06	NC	3,12E-04	3,12E-04
-	Aliphatiques C>12-C16	5,27E+00	NC	7,50E-01	NC	1,14E-05	NC	4,06E-07	NC	1,18E-05	1,18E-05
-	Aromatiques C>8-C10	7,16E+00	NC	1,77E+00	NC	7,76E-05	NC	4,80E-06	NC	8,24E-05	8,24E-05
-	Aromatiques C>10-C12	8,38E+00	2,36E+02	9,69E-01	6,50E+01	9,08E-05	3,79E-02	2,63E-06	4,83E-03	4,29E-02	4,28E-02
-	Aromatiques C>12-C16	1,81E+00	NC	3,03E-01	NC	1,96E-05	NC	8,21E-07	NC	2,05E-05	2,05E-05
BTEX											
71-43-2	Benzène	3,18E+01	1,70E-01	2,98E+00	6,00E-02	6,06E-03	2,25E-02	1,42E-04	1,99E-03	3,07E-02	2,45E-02
100-41-4	Ethylbenzène	1,93E+00	2,07E+00	3,07E-01	1,70E-01	2,09E-06	5,54E-04	8,32E-08	1,14E-05	5,68E-04	5,66E-04
108-88-3	Toluène	1,84E-01	9,40E-01	3,10E-02	1,00E-01	1,83E-08	5,31E-05	7,69E-10	1,41E-06	5,46E-05	5,45E-05
1330-20-7	Xylènes totaux	8,66E+00	2,53E+00	1,22E+00	2,80E-01	1,36E-04	1,95E-02	4,76E-06	5,39E-04	2,02E-02	2,00E-02
HALOGENES											
67-66-3	Chloroforme (Trichlorométhane)	3,78E-02	NC	9,00E-03	NC	1,35E-06	NC	8,05E-08	NC	1,43E-06	1,43E-06
74-87-3	Chlorométhane	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
75-09-2	Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	8,80E-03	NC	3,00E-03	NC	3,24E-08	NC	2,76E-09	NC	3,52E-08	3,52E-08
75-01-4	Chlorure de vinyle	1,29E-02	NC	4,00E-03	NC	2,96E-07	NC	2,30E-08	NC	3,19E-07	3,19E-07
75-34-3	Dichloroéthane, 1,1-	3,35E-02	NC	6,00E-03	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
75-35-4	Dichloroéthène, 1,1-	2,00E-03	NC	2,00E-03	NC	1,89E-08	NC	4,72E-09	NC	2,36E-08	2,36E-08
156-59-2	Dichloroéthène, 1,2cis-	3,92E-02	NC	1,20E-02	NC	1,04E-06	NC	7,98E-08	NC	1,12E-06	1,12E-06
156-60-5	Dichloroéthène, 1,2trans-	1,02E-02	NC	3,00E-03	NC	2,61E-07	NC	1,92E-08	NC	2,80E-07	2,80E-07
127-18-4	Tétrachloroéthène (PCE)	1,82E-02	5,00E-02	4,00E-03	5,00E-02	7,10E-08	1,15E-04	3,90E-09	2,89E-05	1,44E-04	1,44E-04
71-55-6	Trichloroéthane, 1,1,1-	1,41E-01	NC	1,60E-02	NC	2,38E-07	NC	6,76E-09	NC	2,45E-07	2,45E-07
79-00-5	Trichloroéthane, 1,1,2-	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
79-01-6	Trichloroéthène (TCE)	4,30E-02	9,00E-02	8,00E-03	5,00E-02	2,30E-08	3,47E-05	1,07E-09	4,82E-06	3,96E-05	3,95E-05
ORGANIQUES											
1746-01-6	Dioxines	NC	4,10E-05	NC	2,40E-05	NC	3,58E-06	NC	5,24E-07	4,11E-06	4,11E-06
1336-36-3	PCB	NC	3,50E+00	NC	5,90E-01	NC	2,72E-04	NC	1,14E-05	2,83E-04	2,83E-04

Somme des QD par organe cible - Cumul A + C

ERI ADULTE		SOURCE - ZONE 1		SOURCE - ZONE 2		EXTERIEUR AVEC ENROBE		EXTERIEUR AVEC ENROBE - SOURCE 2		SOMME GLOBALE	SOMME MILIEU CONTRIBUTEUR PRINCIPAL
		Concentrations		Concentrations		Inhalation vapeurs		Inhalation vapeurs			
		Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Air du sol (mg/m3)	Sol (mg/kg MS)	Source gaz du sol	Source sol	Source gaz du sol	Source sol		
INORGANIQUES / METAUX											
7439-97-6	Mercure	NC	4,41E-01	NC	8,45E-02	NC	NC	NC	NC	NC	NC
HAP											
83-32-9	Acénaphtène	NC	1,60E+00	NC	2,50E-01	NC	3,56E-10	NC	1,39E-11	3,70E-10	3,70E-10
208-96-8	Acénaphtylène	NC	1,10E+00	NC	2,30E-01	NC	2,39E-10	NC	1,25E-11	2,52E-10	2,52E-10
120-12-7	Anthracène	NC	1,80E+00	NC	5,00E-01	NC	2,50E-10	NC	1,74E-11	2,68E-10	2,68E-10
205-99-2	Benzo(b)fluoranthène	NC	7,20E+00	NC	1,83E+00	NC	1,97E-09	NC	4,51E-10	2,42E-09	2,42E-09
191-24-2	Benzo(g,h,i)pérylène	NC	2,70E+00	NC	7,90E-01	NC	3,19E-14	NC	7,97E-15	3,98E-14	3,98E-14
207-08-9	Benzo(k)fluoranthène	NC	1,80E+00	NC	6,00E-01	NC	2,78E-13	NC	6,95E-14	3,47E-13	3,47E-13
56-55-3	Benzo(a)anthracène	NC	4,50E+00	NC	1,13E+00	NC	8,86E-11	NC	1,31E-11	1,02E-10	1,02E-10
50-32-8	Benzo(a)pyrène	NC	4,10E+00	NC	1,11E+00	NC	4,90E-12	NC	3,32E-13	5,23E-12	5,23E-12
218-01-9	Chrysène	NC	3,80E+00	NC	1,18E+00	NC	1,69E-13	NC	4,23E-14	2,11E-13	2,11E-13
53-70-3	Dibenzo(a,h)anthracène	NC	8,30E-01	NC	2,50E-01	NC	2,15E-13	NC	1,62E-14	2,31E-13	2,31E-13
206-44-0	Fluoranthène	NC	3,80E+00	NC	1,64E+00	NC	2,75E-12	NC	2,97E-13	3,05E-12	3,05E-12
86-73-7	Fluorène	NC	2,70E+00	NC	3,80E-01	NC	2,43E-10	NC	8,55E-12	2,51E-10	2,51E-10
193-39-5	Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	NC	3,30E+00	NC	9,20E-01	NC	9,18E-14	NC	6,40E-15	9,82E-14	9,82E-14
91-20-3	Naphtalène	5,61E-02	5,80E-01	7,70E-03	2,00E-01	2,21E-10	1,85E-08	7,57E-12	1,60E-09	2,03E-08	2,01E-08
85-01-8	Phénanthrène	NC	6,30E+00	NC	1,33E+00	NC	6,23E-10	NC	3,72E-11	6,60E-10	6,60E-10
129-00-0	Pyrène	NC	3,10E+00	NC	1,27E+00	NC	1,80E-12	NC	1,85E-13	1,99E-12	1,99E-12
COUPES D'HYDROCARBURES											
-	Aliphatiques C5-C6	5,06E+01	NC	1,43E+01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aliphatiques C>6-C8	4,81E+02	NC	1,03E+02	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aliphatiques C>8-C10	3,46E+02	NC	3,68E+01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aliphatiques C>10-C12	1,41E+02	NC	1,34E+01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aliphatiques C>12-C16	5,27E+00	NC	7,50E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aromatiques C>8-C10	7,16E+00	NC	1,77E+00	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aromatiques C>10-C12	8,38E+00	2,36E+02	9,69E-01	6,50E+01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
-	Aromatiques C>12-C16	1,81E+00	NC	3,03E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
BTEX											
71-43-2	Benzène	3,18E+01	1,70E-01	2,98E+00	6,00E-02	9,46E-07	3,52E-06	2,21E-08	3,10E-07	4,79E-06	3,83E-06
100-41-4	Ethylbenzène	1,93E+00	2,07E+00	3,07E-01	1,70E-01	4,71E-09	1,25E-06	1,87E-10	2,56E-08	1,28E-06	1,27E-06
108-88-3	Toluène	1,84E-01	9,40E-01	3,10E-02	1,00E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
1330-20-7	Xylènes totaux	8,66E+00	2,53E+00	1,22E+00	2,80E-01	NC	NC	NC	NC	NC	NC
HALOGENES											
67-66-3	Chloroforme (Trichlorométhane)	3,78E-02	NC	9,00E-03	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
75-09-2	Chlorure de méthylène (=dichlorométhane)	8,80E-03	NC	3,00E-03	NC	1,17E-13	NC	9,95E-15	NC	1,27E-13	1,27E-13
75-01-4	Chlorure de vinyle	1,29E-02	NC	4,00E-03	NC	6,76E-11	NC	5,24E-12	NC	7,28E-11	7,28E-11
75-34-3	Dichloroéthane, 1,1-	3,35E-02	NC	6,00E-03	NC	5,17E-11	NC	2,32E-12	NC	5,40E-11	5,40E-11
75-35-4	Dichloroéthène, 1,1-	2,00E-03	NC	2,00E-03	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
156-59-2	Dichloroéthène, 1,2cis-	3,92E-02	NC	1,20E-02	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
156-60-5	Dichloroéthène, 1,2trans-	1,02E-02	NC	3,00E-03	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
127-18-4	Tétrachloroéthène (PCE)	1,82E-02	5,00E-02	4,00E-03	5,00E-02	4,43E-12	7,20E-09	2,43E-13	1,80E-09	9,01E-09	9,00E-09
71-55-6	Trichloroéthane, 1,1,1-	1,41E-01	NC	1,60E-02	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
79-01-6	Trichloroéthène (TCE)	4,30E-02	9,00E-02	8,00E-03	5,00E-02	4,42E-11	6,66E-08	2,06E-12	9,26E-09	7,59E-08	7,59E-08
ORGANIQUES											
1746-01-6	Dioxines	NC	4,10E-05	NC	2,40E-05	NC	NC	NC	NC	NC	NC
1336-36-3	PCB	NC	3,50E+00	NC	5,90E-01	NC	8,15E-09	NC	3,43E-10	8,49E-09	8,49E-09



Synergie
d'expertises

SIÈGE SOCIAL - 02 38 25 15 62 - contact@iddea-gengis.fr
289, bd Duhamel du Monceau - 45160 Olivet

iddea-gengis.fr

SAS au capital de 37 000 € - APE : 7112B
Siret : 500 212 659 00063 - TVA : FR71 500 212 659

**AGENCE
CENTRE-VAL DE LOIRE**

289, bd Duhamel du Monceau
45160 Olivet
02 38 25 15 62
orleans@iddea-gengis.fr

**AGENCE
ÎLE-DE-FRANCE**

7, rue Salvador Allende
91120 Palaiseau
01 69 74 28 00
paris@iddea-gengis.fr

**AGENCE
NORMANDIE**

10, rue des Jardiniers
76000 Rouen
02 35 66 22 30
rouen@iddea-gengis.fr

**AGENCE
PAYS DE LA LOIRE**

31, rue Bobby Sands
44800 Saint-Herbaïn
02 49 88 08 60
nantes@iddea-gengis.fr

**AGENCE
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES**

5, rue des Essarts
69500 Bron
04 81 68 25 06
lyon@iddea-gengis.fr

**AGENCE
GRAND-EST**

3, rue de l'Embranchement
67116 Reichstett
07 85 81 03 49
strasbourg@iddea-gengis.fr