



:/ Rap0-4A13-4405a0.doc

- COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION **VERSAILLES GRAND PARC -**

Terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)

PLAN DE GESTION ET ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES RESIDUELS (ARR) (PROJET)

Equipe projet : **Jean-Philippe BELLEC**
Directeur des Etudes
Superviseur

Servane DELPY
Responsable de l'Antenne Ile de France
Responsable du Projet

Cédric ALO
Ingénieur du Génie Sanitaire
Chargé du projet

**Rapport HPC-F 4A/2.13.4405 a
en date du 18 décembre 2013**

SUIVI DES MODIFICATIONS

RAPPORT		
VERSION		MODIFICATIONS
Indice	Date	
0	18/12/13	➤ Première émission du document

ANNEXES			
VERSION		INTITULE	MODIFICATIONS
Indice	Date		
0	18/12/13	ANNEXES	➤ Première émission du document

RESUME NON TECHNIQUE (1/2)

Dans le cadre d'un projet de réaménagement comprenant la création de bureaux, d'une crèche et d'une déchetterie et suite à la cession du site par RTE France à la Ville de Buc, la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC a mandaté notre société HPC Envirotec pour la réalisation d'un plan de gestion et d'une Analyse des Risques sanitaires Résiduels du **terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)** (aussi dénommé site dans la suite du rapport).

Cette étude fait suite à un diagnostic de l'état du sous-sol et à une Analyse des Risques sanitaires Résiduels réalisés respectivement pour le compte de RTE France et de la Ville de BUC et a pour objectif de définir des mesures de gestion adaptées permettant d'assurer la compatibilité, d'un point de vue sanitaire, entre l'état du sous-sol et l'aménagement futur, ce dernier comprenant :

- une déchetterie en partie Sud,
- des bureaux et une crèche en partie Nord (emplacements exacts non définis à ce jour).

Afin de répondre aux attentes de la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC concernant les orientations d'aménagement et du fait d'une implantation de la future déchetterie en partie Sud, plusieurs implantations de la future crèche (aménagement le plus sensible) ont été envisagées en partie Nord du site. En considérant les éléments mis en évidence à l'issue du diagnostic de l'état du sous-sol, il ressort qu'une implantation en partie Nord-Est apparaît comme la plus pertinente, aucun constat de pollution particulier n'ayant été mis en évidence au droit de la zone à l'issue des investigations.

Au-delà de la proposition d'orientation de l'aménagement futur, l'objectif de la présente étude est de définir une ou plusieurs mesures de gestion permettant d'assurer un traitement des sources de pollutions identifiées au droit du site. Le retrait de l'ensemble des sources de pollution n'apparaissant pas comme pertinent notamment d'un point de vue économique et environnemental, les options suivantes semblent envisageables :

- Retrait des sources de pollution concentrées facilement accessibles et gestion des remblais de mauvaise qualité présents en partie Nord-Ouest via leur réutilisation sur site,
ou
- Retrait des sources de pollution concentrées facilement accessibles et gestion des remblais de mauvaise qualité présents en partie Nord-Ouest via leur retrait et l'acheminement hors site,
ou
- Retrait des sources de pollution concentrées facilement accessibles et recouvrement du reste du site.

RESUME NON TECHNIQUE (2/2)

Ces options de gestion n'étant pas basée sur un retrait complet des sources, une Analyse des Risques sanitaires Résiduels a été réalisée conformément à la Méthodologie Nationale afin de les valider. En retenant les hypothèses usuelles de recouvrement de l'intégralité du site, de mise en place d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable (ne correspondant qu'à une mise en place dans les règles de l'art au sein d'un lit de sablon par exemple) et d'absence de jardin potager, elle a permis de confirmer la compatibilité, d'un point de vue sanitaire, entre l'état du sous-sol et les usages futurs envisagés sous réserve de la mise en œuvre, a minima, de la dernière option de gestion (retrait des sources de pollution concentrées facilement accessibles et recouvrement du reste du site ^(*)).

(*) : recouvrement par de l'enrobé, du béton, du bâti ou 30 cm de matériaux sains au droit des espaces verts.

A ce titre, il est recommandé la mise en œuvre de restrictions d'usage en vue de :

- garantir la mise en œuvre des mesures prises en compte en tant qu'hypothèses de travail de l'Analyse des Risques sanitaires Résiduels,
- conserver en mémoire la situation environnementale du site.

Enfin, il est recommandé :

- l'application des mesures d'hygiène et de sécurité adaptées pour la protection des travailleurs dans le cadre de travaux en sous-sol ainsi que l'acheminement des matériaux nécessitant une exportation hors site vers des exutoires adaptés,
- la mise en place d'un suivi de la qualité de l'air du sol (milieu de transfert) pendant et à l'issue des travaux afin de s'assurer de l'absence de relargage éventuel des polluants dans ce milieu,
- en cas de mise en évidence de nouvelle(s) source(s) de pollution non identifiée(s) à ce jour (notamment lors des travaux d'aménagement), la réalisation d'investigations complémentaires visant à dimensionner l'impact et à assurer une gestion appropriée des matériaux concernés.

En outre, dans le cas d'un changement d'usage ultérieur (notamment pour un usage plus sensible) ou d'une modification de la configuration d'aménagement, une nouvelle Analyse des Risques sanitaires Résiduels devra être réalisée associée à la mise en œuvre des éventuelles mesures correctives et/ou conservatoires en découlant.

SOMMAIRE

1. - INTRODUCTION	7
2. - PRE-DIAGNOSTIC (RAPPELS)	8
2.1. - LOCALISATION ET IDENTIFICATION	8
2.2. - OCCUPATION ACTUELLE	9
3. - SYNTHESE DES ETUDES ANTERIEURES	9
4. - ELEMENTS DE L'AMENAGEMENT FUTUR DU SITE	11
5. - PROPOSITIONS D'IMPLANTATION DE LA FUTURE CRECHE	11
6. - PLAN DE GESTION	13
6.1. - PRINCIPES GENERAUX	13
6.2. - OBJECTIFS DES MESURES DE GESTION	13
6.3. - OPTIONS DE GESTION ENVISAGEABLES	13
6.4. - PRESENTATION DES OPTIONS ENVISAGEES	14
6.5. - ESTIMATION DES COUTS ASSOCIES	16
6.6. - REMARQUES ET INCERTITUDES LIEES AUX ESTIMATIONS DES COUTS	16
6.7. - BILAN COUTS/AVANTAGES	17
7. - ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES RESIDUELS (ARR)	22
7.1. - IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES DANGERS POTENTIELS	23
7.1.1. - SELECTION DES SUBSTANCES PRISES EN COMPTE	23
7.1.2. - IDENTIFICATION DES DANGERS POTENTIELS DES SUBSTANCES CONSIDEREES	24
7.2. - EVALUATION DES EXPOSITIONS POTENTIELLES	25
7.2.1. - DONNEES CONCERNANT L'USAGE FUTUR DU TERRAIN	25
7.2.2. - CONCENTRATIONS DES SUBSTANCES SELECTIONNEES	26
7.2.3. - BUDGETS ESPACE-TEMPS	30
7.2.4. - VOIES DE TRANSFERT CONSIDEREES	30
7.2.5. - VOIES D'EXPOSITION - SCHEMA CONCEPTUEL	31
7.2.6. - CALCUL DES DOSES JOURNALIERES ET CONCENTRATIONS D'EXPOSITION (DJE ET CE)	32
7.3. - CARACTERISATION DES RISQUES POUR LA SANTE DES USAGERS	33
7.3.1. - DETERMINATION DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RELATION DOSE - EFFETS	33
7.3.2. - QUANTIFICATION DES RISQUES POUR LES USAGERS	36
7.3.3. - PRISE EN COMPTE ET CALCULS DES INCERTITUDES	40
8. - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	40
8.1. - CONCLUSION RELATIVE A L'IMPLANTATION DE LA FUTURE CRECHE	41
8.2. - CONCLUSION DU PLAN DE GESTION	41
8.3. - CONCLUSION DE L'ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES RESIDUELS (ARR)	42
8.4. - RECOMMANDATIONS	43

ANNEXES

➤ ANNEXE 1 : PRESENTATION DU SITE

- Annexe 1.1 : Localisation géographique du site (extrait du rapport HPC-F 2A/2.09.4196 A du 06 mai 2009)
- Annexe 1.2 : Plan de masse du site (septembre 2013)

➤ ANNEXE 2 : DETERMINATION DE L'ETAT DU SOUS-SOL (EXTRAITS DU RAPPORT HPC-F 2A/2.09.4196 a DU 06 MAI 2009)

- Annexe 2.1 : Plan de localisation des investigations antérieures
- Annexe 2.2 : Coupes des fouilles de reconnaissance (5 pages)
- Annexe 2.3 : Synthèse des résultats d'analyses et des mesures *in situ* (8 pages)
- Annexe 2.4 : Cartographies des résultats (4 cartes)

➤ ANNEXE 3 : PLAN DE GESTION

- Annexe 3.1 : Plan prévisionnel de localisation de la zone à traiter
- Annexe 3.2 : Tableaux d'estimation des coûts (8 pages)

➤ ANNEXE 4 : ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES RESIDUELS (ARR)

- Annexe 4.1 : Présentation du modèle utilisé pour l'évaluation des expositions et la quantification des risques sanitaires
- Annexe 4.2 : Paramètres utilisés pour la modélisation de l'exposition
- Annexe 4.3 : Equations utilisées pour la modélisation de l'exposition et la quantification des risques sanitaires
- Annexe 4.4 : Concentrations maximales prises en compte dans les milieux d'exposition
- Annexe 4.5 : Doses Journalières d'Exposition (DJE) et Concentrations d'Exposition (CE) calculées par voie d'exposition
- Annexe 4.6 : Données sur la toxicité des substances sélectionnées
- Annexe 4.7 : Présentation des risques sanitaires (QD et ERI) calculés par voie d'exposition
- Annexe 4.8 : Résultats des calculs d'incertitudes dans la quantification des risques sanitaires
- Annexe 4.9 : Tableaux de synthèse des résultats de la prise en compte des incertitudes
- Annexe 4.10 : Références utilisées pour la mise en œuvre de l'ARR

1. - Introduction

Dans le cadre d'un projet de réaménagement comprenant la création de bureaux, d'une crèche et d'une déchetterie et suite à la cession du site par RTE France à la Ville de Buc, la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC a mandaté notre société HPC Envirotec pour la réalisation d'un plan de gestion et d'une Analyse des Risques sanitaires Résiduels du **terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)** (aussi dénommé site dans la suite du rapport).

Ce rapport fait suite aux études suivantes :

- un diagnostic de l'état du sous-sol réalisé par notre société HPC Envirotec pour le compte de RTE France (voir rapport HPC-F 2A/2.09.4196 a en date du 06 mai 2009) ayant mis en évidence les éléments suivants :
 - concernant les sols :
 - des teneurs significatives ou susceptibles d'être significatives (par analogie avec les matériaux analysés) en éléments traces métalliques (arsenic et chrome) en partie centrale du terrain,
 - des teneurs significatives en benzo(a)pyrène et hydrocarbures (C₅-C₁₀) en partie Ouest,
 - des teneurs significatives en polychlorobiphényles (PCB), dioxines (PCDD) et furanes (PCDF) en parties Ouest et Nord-Ouest,
 - concernant l'air du sol, l'absence d'impact significatif identifié,
 - concernant la définition des exutoires aux matériaux devant éventuellement être excavés, la présence de dépassements des critères d'acceptation en ISDI :
 - sur sols bruts en hydrocarbures (C₁₀-C₄₀) et/ou BTEX,
 - sur éluats en fraction soluble et sulfates.
- une Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR) réalisée par notre société HPC Envirotec pour le compte de la Ville de Buc (voir rapport HPC-F 4A/2.11.4247 a en date du 13 mai 2011) ayant permis de confirmer la compatibilité sanitaire entre l'état du sous-sol et un usage futur de type « déchetterie ».

Cette étude a été réalisée en référence à la Circulaire du 08 février 2007 relative à l'implantation d'établissements sensibles sur des sols pollués, selon les étapes logiques présentées en page suivante et conformément à la norme NFX 31-620 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR (juin 2011) ainsi qu'à la méthodologie définie dans les circulaires du Ministère chargé de l'Environnement du 08 février 2007, dans le guide « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels - Version 0, février 2007 du Ministère chargé de l'Environnement et dans le guide « Qualité - EDR » de l'Union Professionnelle des entreprises de Dépollution de Sites (UPDS) de septembre 2000.

- **Une présentation du contexte de l'étude,**
- **Un plan de gestion (mission PG A330) (*)** permettant de définir les options envisageables (bilan coûts/avantages) pour la gestion des sources de pollution dans le milieu sols,
- **Une Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR - mission PG A320) (*) :**
 - l'identification et la caractérisation des dangers potentiels du site sur la base des résultats obtenus lors des investigations et analyses préalables : identification des effets indésirables que les substances repérées en sous-sol du site sont capables de provoquer sur la santé humaine,
 - l'évaluation des expositions potentielles pour les futurs usagers du site en intégrant les résultats des analyses susmentionnées et les caractéristiques propres du terrain : détermination des voies de transfert des substances polluantes des sources vers les cibles,
 - la quantification des risques sanitaires pour la santé des futurs usagers du site : synthèse de l'ensemble des résultats obtenus à l'issue des différentes étapes précédentes, quantification des risques résiduels et étude des incertitudes entourant ces résultats établies selon les connaissances scientifiques du moment.

(*) : codification au regard de la norme NFX 31-620 précitée.

Toutes les informations et résultats obtenus au cours de cette étude sont synthétisés dans le présent document, à l'issue duquel sont proposées d'éventuelles mesures conservatoires et correctives destinées à garantir, a minima, l'absence de risques sanitaires et environnementaux inacceptables dans le cadre du projet d'aménagement futur envisagé.

2. - Pré-diagnostic (Rappels)

2.1. - Localisation et identification

Le terrain se trouve au sein de la Zone Industrielle Sud « Le Pré Clos », à environ 1,5 km au Sud-Ouest de l'hôtel de ville de Buc, à environ 500 m au Nord de l'aérodrome de Toussus-le-Noble et à environ 700 m au Sud-Est du Fort du Haut Buc (voir localisation géographique en annexe 1.1).

Son adresse exacte est la suivante :

<p style="text-align: center;">Terrain 278 avenue Rolland Garros 78 530 BUC</p>
--

Le terrain à l'étude (référéncé AI 65, 69 et 102 au cadastre de la commune de Buc), propriété de la Ville de Buc et d'une superficie totale d'environ 10 000 m², est situé à une cote altitudinale d'environ + 157 m NGF.

Sa surface admet globalement une légère déclivité (environ 3%) en direction du Sud ainsi qu'une déclivité ponctuelle plus marquée en partie centrale Sud-Est (environ 20%) également en direction du Sud. Il est délimité, en septembre 2013, par (voir annexe 1.2) :

- au Nord, un local de nettoyage haute-pressure pour poids lourds (PL) (absence d'informations complémentaires) puis un parking pour véhicules légers (VL),
- au Nord-Est, un bâtiment (R+1) exploité notamment par la société DEKRA (contrôle technique automobile),
- à l'Est, la rue Clément Ader puis un bâtiment (R+0 / R+1) exploité par les sociétés Garnier (activité de commerce d'outillage) et Descourds et Cabard (activité de commerce de métaux et minerais),
- au Sud-Est, une zone de stockage de gaz frigorifique en réservoirs aériens et bouteilles et un bâtiment (R+1) exploité par la société Calorie Fluor (activité de fabrication et distribution de gaz frigorifique),
- au Sud, le chemin de Villaroy aux Loges, une zone boisée puis, au-delà, l'aérodrome de Toussus-Le-Noble,
- à l'Ouest, un bâtiment (R+1) et une zone de stockage de déchets plastiques exploités par le groupe Nicollin (activité de traitement de déchets).

2.2. - Occupation actuelle

Le terrain, objet de la présente étude, est actuellement en friche (broussailles - surface découverte) et est également caractérisé par la présence :

- à l'angle Sud-Ouest, d'une friche arbustive située environ 1,0 m en contrebas du reste de la superficie du terrain et bordée par un talus d'environ 1,0 m de hauteur,
- en parties centrale et Nord, d'un talus d'environ 1,0 m de hauteur et de déchets divers et gravats,
- à l'angle Nord-Est de remblais limono-sablo-graveleux d'origine indéterminée (hauteur d'environ 2,0 m).

3. - Synthèse des études antérieures

Les tableaux en pages suivantes synthétisent les résultats obtenus à l'issue des études antérieures (voir également annexe 2).

Nature des études (1/2)	Date des opérations	Auteurs	Références du rapport
➤ Diagnostic de l'état du sous-sol	Avril 2009	HPC Envirotec	HPC-F 2A/2.09.4196 a du 06 mai 2009
⇒ Prestations réalisées :	<p>➤ Présentation du site, historique succinct et contexte environnemental,</p> <p>➤ Investigations de reconnaissance, réalisation de 14 fouilles (F1 à F12, F2/8 et F10/11) à l'aide d'une pelle mécanique jusqu'à une profondeur maximale de 2,8 m,</p> <p>➤ Prélèvement d'échantillons de sols et d'air du sol et dosages <i>in situ</i> de l'air du sol,</p> <p>➤ Analyses au laboratoire des échantillons prélevés :</p> <p>✓ Sols : HC C₅-C₁₀ et C₁₀-C₄₀, BTEX, COHV, COV, HAP, PCB, dioxines et furanes, ETM, screening et tests d'acceptation en ISDI,</p> <p>✓ Air du sol : HC C₅-C₁₂ et COV.</p>		
⇒ Principaux résultats :	<p>➤ Résultats analytiques - qualité du sous-sol :</p> <p>✓ <u>concernant les sols</u> ^(*) : teneurs significatives ou susceptibles d'être significatives (par analogie avec les matériaux analysés), en :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Eléments Traces Métalliques (arsenic et chrome) en partie centrale du terrain entre 0,0 et 0,6 m de profondeur et entre 1,0 et 1,5 m de profondeur, ○ benzo(a)pyrène (HAP) et HC (C₅-C₁₀), associées à des remblais présentant de fortes odeurs de nature indéterminée (odeur de HAP et/ou de matières organiques en décomposition), en partie Ouest entre 1,0 et 1,5 m de profondeur, ○ Polychlorobiphényles (PCB), Dioxines (PCDD) et Furanés (PCDF), associées à des remblais présentant des odeurs moyennes à fortes de nature indéterminée (odeur de HAP et/ou de matières organiques en décomposition) en parties Ouest et Nord-Ouest du terrain globalement entre 0,5 et 1,5 m de profondeur, <p>✓ <u>concernant l'air du sol</u> : teneurs en hydrocarbures C₅-C₁₂ et COV inférieures aux seuils de détection analytiques du laboratoire,</p> <p>✓ <u>concernant la définition des exutoires aux matériaux</u> devant éventuellement être excavés dans le cadre de l'aménagement futur : teneurs significatives sur sols bruts en Hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et/ou BTEX et sur éluats en Fraction Soluble et Sulfates susceptibles de limiter l'évacuation éventuelle des remblais sablo-graveleux à limono-sablo-graveleux (marron à noir) contenant ponctuellement des fragments de briques et de béton, de la ferraille, du plastique, des déchets, des mâchefers ou encore des résidus de brûlage présents sur la moitié Ouest du terrain globalement entre 0,0 et 1,5 m de profondeur et ceux présentant des odeurs, vers un Centre de Stockage de Déchets Inertes.</p>		

(*) : Interprétation faite par comparaison des résultats d'analyse avec les Concentrations Maximales Admissibles génériques (usage commercial) établies par une EQRS (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique, pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008).

Nature des études (2/2)	Date des opérations	Auteurs	Références du rapport
➤ Analyse des Risques sanitaires Résiduels	-	HPC Envirotec	HPC-F 4A/2.11.4247 a du 11 mai 2009
⇒ Prestations réalisées :	➤ Réalisation d'une Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR) sur la base d'un scénario de type « déchetterie »		
⇒ Principaux résultats :	<p>➤ Résultats : mise en évidence de l'absence de risques sanitaires inacceptables dans le cadre de l'usage retenu (« déchetterie ») en considérant les concentrations maximales mesurées dans les sols et l'air du sol.</p> <p>➤ Recommandations :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Information et protection des travailleurs devant intervenir dans le cadre d'éventuels travaux en sous-sol (port d'Equipements de Protection Individuelle adaptés, etc.), ✓ Enfin, dans le cas de changement d'orientation de l'aménagement (changement d'usage pour un usage plus sensible ou autre configuration du site), il est recommandé de réaliser une nouvelle quantification des risques sanitaires liés à la présence de substances polluantes en sous-sol et de prendre en compte les éventuelles mesures correctives et/ou conservatoires consécutives. 		

4. - Eléments de l'aménagement futur du site

Selon les informations obtenues durant la visite réalisée le 24 septembre 2013 et celles transmises par la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC, le site est destiné à accueillir les éléments suivants :

- une déchetterie en partie Sud,
- des bureaux et une crèche en partie Nord (emplacements exacts non définis à ce jour).

Le projet d'aménagement n'étant pas finalisé, il a été envisagé, conformément aux attentes de la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC, plusieurs hypothèses d'organisation de la partie Nord du site.

5. - Propositions d'implantation de la future crèche

Au regard des éléments présentés ci-avant et des différentes sources de pollution identifiées au droit du terrain, plusieurs implantations de la future crèche ont été envisagées en partie Nord (la partie Sud étant destinée à accueillir la future déchetterie) telles que décrites dans le tableau en page suivante.

Proposition d'implantation en partie Nord du terrain	Avantages	Inconvénients	Implantation retenue
Zone Est	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Absence de source de pollution significative mise en évidence à l'issue du diagnostic ➤ Absence de contrainte d'implantation particulière dans cette zone hormis la mise en place des mesures de gestion usuelles tel que le recouvrement de la zone par de l'enrobé, du bâti ou 30 cm de terre végétale saine au droit des espaces verts ➤ Implantation simple d'accès depuis la bordure Est 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Absence de donnée disponible relative à la qualité de l'air du sol au droit de la zone (ne présentant par ailleurs aucun constat particulier susceptible d'être à l'origine d'une pollution) 	OUI
Zone centrale	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Positionnement stratégique au centre du site ➤ Réutilisation possible des matériaux excavés dans le cadre de l'aménagement pour le remblayage de la partie Sud (absence d'évacuation hors site en centre(s) agréé(s) susceptibles d'engendrer des surcoûts d'aménagement) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Nécessite une gestion des remblais de mauvaise qualité présents en partie Ouest du site comprenant des morceaux de ferrailles, béton briques et présentant ponctuellement des odeurs légères à fortes d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques et/ou de matières organiques en décomposition susceptibles de générer des nuisances futures</u> ➤ Absence de donnée disponible relative à la qualité de l'air du sol au droit de la zone (présentant par ailleurs des constats organoleptiques positifs susceptibles d'être à l'origine d'une pollution) 	NON
Zone Ouest	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Réutilisation possible des matériaux excavés dans le cadre de l'aménagement pour le remblayage de la partie Sud (absence d'évacuation hors site en centre(s) agréé(s) susceptibles d'engendrer des surcoûts d'aménagement) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zone reconnue comme la plus impactée à l'issue du diagnostic antérieur (mise en évidence d'une source de pollution en hydrocarbures C₁₀-C₄₀, aromatiques mono et polycycliques, PolyChloroBiphényles et dioxines en lien avec les remblais présents) ➤ <u>Nécessite une gestion des remblais de mauvaise qualité présents en partie Ouest du site comprenant des morceaux de ferrailles, béton briques et présentant ponctuellement des odeurs légères à fortes d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques et/ou de matières organiques en décomposition susceptibles de générer des nuisances futures</u> ➤ Données relatives au milieu « air du sol » au droit de la zone n'apparaissant pas représentatives de l'état de contamination de la zone (notamment au regard des teneurs en hydrocarbures C₅-C₁₀ et mono-aromatiques mesurées au droit de la fouille F10) ➤ Présence vraisemblable d'une pollution résiduelle en bordure Ouest après excavation des matériaux présentés ci-dessus (sauf si associée à la mise en place d'un blindage garantissant l'absence de talutage depuis la bordure Ouest) ➤ Présence potentielle de source(s) concentrée(s) non identifiée(s) à ce jour ➤ Procédures administratives lourdes (Agence Régionale de Santé, tierce expertise, etc...) ➤ Contraintes d'aménagement à prévoir (vide sanitaire, ventilation mécanique forcée...) 	NON

6. - Plan de Gestion

6.1. - Principes généraux

Le plan de gestion est une étude préalable à la réhabilitation et/ou l'aménagement d'un site, ayant pour objectif de définir des solutions de gestion en envisageant :

- en premier lieu l'élimination de l'ensemble des sources de pollution identifiées lors du diagnostic,
- l'adéquation a minima entre l'état du sous-sol et des objectifs sanitaires (compatibilité avec les usages envisagés pour le site et/ou avec ceux constatés dans la zone d'influence) et environnementaux (minimisation des impacts sur l'environnement), préalablement définis au regard du contexte de l'étude,
- d'éventuelles contraintes sur l'aménagement futur du site.

D'une manière générale, le plan de gestion doit être d'une ampleur proportionnée aux pollutions et à leur étendue. Le choix des options de gestion dépend surtout des critères suivants :

- contraintes de sécurité,
- aspects sanitaires et environnementaux,
- faisabilité technique de mise en œuvre,
- aspects économiques de faisabilité,
- pérennité des moyens mis en œuvre,
- sociabilité et acceptabilité des travailleurs sur site,
- sensibilité publique et médiatique,
- aspects juridiques et administratifs (internes et externes).

6.2. - Objectifs des mesures de gestion

Le présent document constitue une étude préalable devant permettre de définir une ou plusieurs solutions techniques afin d'assurer une gestion appropriée des sources de pollution identifiées lors du diagnostic antérieur et permettant de :

- diminuer significativement les concentrations en hydrocarbures (C₅-C₁₀, C₁₀-C₄₀, mono-aromatiques et aromatiques polycycliques) identifiés dans le milieu « sols »,
- contrôler l'efficacité des travaux mis en œuvre dans le temps.

6.3. - Options de gestion envisageables

Le tableau en page suivante synthétise les différentes solutions de réhabilitation envisageables au regard de la nature des pollutions identifiées sur le site pour la gestion des zones reconnues impactées.

SOLUTION DE REHABILITATION	Mode	Remarques	Option techniquement envisageable
Traitement <i>in situ</i> (venting)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Traitement des sols <i>in situ</i> par venting via la mise en œuvre d'un réseau d'injection et/ou d'extraction 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Traitement adapté pour les hydrocarbures volatils (notamment C₅-C₁₀) présents sur site ➤ Ne permet pas un traitement efficace des sources en hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et en HAP identifiées ➤ Inefficace pour le traitement des PCB et des dioxines ➤ Efficacité non assurée du fait de la nature très hétérogène des matériaux présents 	NON
Traitement <i>in situ</i> par injection d'oxydant	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Traitement du milieu « sols » via la mise en place de puits d'injection d'oxydant au droit des zones impactées 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Traitement adapté pour les hydrocarbures présents sur site dans le milieu « sols » ➤ Procédé nécessitant la réalisation d'essais pilotes préalables ➤ Inefficace pour le traitement des PCB et des dioxines ➤ Cheminement de l'oxydant non maîtrisable du fait de la nature très hétérogène des matériaux présents 	
Traitement <i>ex situ</i> sur site	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Excavation et tri des matériaux ➤ Traitement thermique sur site (désorption thermique) ou biotraitement sur site (biotertre) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Traitement adapté pour les polluants organiques présents sur site ➤ Traitement par biotertre inefficace pour le traitement des PCB et des dioxines ➤ Coût du traitement thermique élevé et d'autant plus du fait d'un traitement des fumées à prévoir lié à l'incinération des PCB et des dioxines ➤ Traitement inadéquat dans le cas présent au regard : <ul style="list-style-type: none"> • du faible volume de matériaux à traiter • de l'environnement sensible 	
Traitement <i>ex situ</i> hors site : excavation et évacuation en centre(s) de traitement agréé(s)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Excavation et tri des matériaux reconnus impactés ➤ Evacuation des matériaux impactés en centre de traitement agréé 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nécessite potentiellement la mise en place d'un rabattement des eaux souterraines lors des excavations compte tenu de la proximité du niveau des eaux souterraines et/ou la gestion des eaux d'exhaure ➤ Traitement en centre de type ISDND, ISDD, Biocentre, centre de désorption thermique... 	OUI

6.4. - Présentation des options envisagées

Au regard des sources de pollutions identifiées sur le site, des principaux milieux et voies d'exposition des futurs usagers que sont les sols superficiels, les canalisations d'alimentation en eau potable et l'air ambiant, les options de gestion suivantes sont proposées :

- **Option 1 : retrait et traitement hors site de l'ensemble des sources de pollution identifiées dans les sols**, à savoir l'ensemble des matériaux reconnus impactés par des Eléments Traces Métalliques, des hydrocarbures (HC C₅-C₄₀, BTEX et/ou HAP) des PCB, des Composés Organiques Volatils et/ou des dioxines, soit une majorité des remblais présents sur site jusqu'à une profondeur maximale de 1,5 m et le remblayage des fouilles par des matériaux d'apport extérieur d'origine contrôlée,
- **Option 2 :**
 - **retrait et acheminement hors site** en centre de traitement agréé (biocentre en première approche - sous réserve d'acceptation du centre) **des matériaux reconnus comme fortement impactés par des hydrocarbures** (HC C₅-C₄₀ et BTEX) associés à la fouille F10 et **des matériaux reconnus comme impactés** (dans une moindre mesure) **par des hydrocarbures** associés à la fouille F8 (zone ZT d'une superficie d'environ 850 m² - voir plan prévisionnel de la zone à traiter en annexe 3.1),

- **excavation de matériaux présents en partie Nord-Ouest** (hors emprise de la zone ZT) reconnus comme impactés notamment par hydrocarbures (HC C₅-C₄₀, BTEX et/ou HAP) des PCB, des Composés Organiques Volatils et/ou des dioxines/furanes et **remblayage de la partie Sud du terrain avec ces matériaux (au droit de la future déchetterie)**,
- **remblayage (selon les besoins de l'aménagement) de l'ensemble de la partie Nord-Ouest** par des matériaux d'apport extérieur d'origine contrôlée,
- **recouvrement du reste du site** par de l'enrobé/béton, du bâti ou 30 cm de matériaux extérieurs sains d'origine contrôlée (afin de couper les voies d'exposition par ingestion de sols, contact cutané avec les sols en place et inhalation de poussières),

➤ Option 3 :

- **retrait et acheminement hors site** en centre(s) de traitement agréé(s) (biocentre et ISDND en première approche - sous réserve d'acceptation du/des centre(s)) **des matériaux présents en partie Nord-Ouest (hors emprise de la future déchetterie)** reconnus comme impactés notamment par hydrocarbures (HC C₅-C₄₀, BTEX et/ou HAP) des PCB, des Composés Organiques Volatils et/ou des dioxines et **remblayage de l'ensemble de la partie Nord-Ouest par des matériaux extérieurs d'origine contrôlée**,
- **recouvrement du reste du site** par de l'enrobé/béton, du bâti ou 30 cm de matériaux d'apport extérieur d'origine contrôlée (afin de couper les voies d'exposition par ingestion de sols, contact cutané avec les sols en place et inhalation de poussières),

➤ Option 4 :

- **retrait et acheminement hors site** en centre de traitement agréé (biocentre en première approche - sous réserve d'acceptation du centre) **des matériaux reconnus comme fortement impactés par des hydrocarbures** (HC C₅-C₄₀ et BTEX) associés à la fouille F10 et **des matériaux reconnus comme impactés** (dans une moindre mesure) **par des hydrocarbures** associés à la fouille F8 (zone ZT d'une superficie d'environ 850 m² - voir plan prévisionnel de la zone à traiter en annexe 3.1),
- **remblayage (selon les besoins de l'aménagement) de la fouille** par des matériaux extérieurs d'origine contrôlée,
- **recouvrement du reste du site** par de l'enrobé/béton, du bâti ou 30 cm de matériaux extérieurs d'origine contrôlée (afin de couper les voies d'exposition par ingestion de sols, contact cutané avec les sols en place et inhalation de poussières),

Remarque : en cas de conservation de matériaux reconnus impactés sur site, la mise en œuvre d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable vis-à-vis des matériaux en place est recommandée (lit de sablon et/ou canalisations en acier/fonte).

6.5. - Estimation des coûts associés

Les coûts de réhabilitation estimés (+/- 20 %) pour les différentes options de gestion présentées ci-avant sont présentés dans les tableaux en annexe 3.2. Les coûts relatifs à l'aménagement des surfaces extérieures (voies de circulation, mise en œuvre d'un recouvrement par de l'enrobé ou 30 cm de matériaux sains...) ont été considérés comme relevant du budget d'aménagement.

6.6. - Remarques et incertitudes liées aux estimations des coûts

Les exutoires indiqués ont été proposés sur la base des valeurs de référence définies au sein de la Décision du Conseil de l'Union Européenne 2003/33/CE du 19 décembre 2002 établissant les critères et les procédures d'admission des déchets (« inertes », « non dangereux » et « dangereux ») et dans l'annexe II de l'arrêté du 28 octobre 2010, fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations. Ils restent cependant **soumis à l'acceptation préalable des centres de traitement** (qui pourront appliquer des critères supplémentaires).

Enfin les coûts unitaires indiqués dans les tableaux présentés annexe 3.2 ne tiennent pas compte des coûts et/ou surcoûts suivants :

- d'éventuelles sujétions techniques particulières (eaux pluviales, souterraines, etc...),
- liés à la détection et dépollution pyrotechnique et/ou radioactive éventuelle,
- liés à la mise en évidence de nouvelles sources de pollution au droit du site,
- liés aux mesures visant à limiter les nuisances pour les riverains,
- de démolition et/ou de démantèlement des ouvrages enterrés éventuellement présents (y compris éventuelle dépollution - ex : désamiantage...),
- de réfection ou de mise en place des enrobés (voiries / parkings), treillis enherbés ou chemins piétonnier, considérés comme relevant du budget de l'aménagement du site,
- liés à la fourniture et au port d'équipements de protection individuelle (gants, masques à cartouches et/ou à poussières,...) et/ou collective dans le cadre de ces opérations,
- de définition, mise en œuvre et contrôle d'éventuelles limitations d'usages,

- liés à une élévation générale des prix du marché ou de la considération de critères d'acceptation spécifiques à un centre ou à un groupement d'installations de traitement ou d'enfouissement particulier,
- de mise en place d'éventuelle(s) restriction(s) d'usage ou servitude(s) d'utilité publique(s).

6.7. - Bilan coûts/avantages

Les tableaux présentés en pages suivantes synthétisent les avantages et les inconvénients des différentes options de gestion présentées ci-avant, avec pour chacune d'elle, un chiffrage estimatif.

OPTION DE GESTION (1/4)	Mode	Avantages	Inconvénients	Coût estimatif (+/- 20%)
<p align="center">- Option 1 - Retrait complet des sources</p>	<p>➤ Principe de traitement : Excavation de l'ensemble des matériaux reconnus impactés par des hydrocarbures C₅-C₄₀, des hydrocarbures mono-aromatiques, des HAP, des ETM, des PCB et/ou des dioxines/furanes jusqu'à 1,5 m de profondeur et acheminement hors site en centre(s) de traitement agréé(s)</p> <p>➤ Moyens mis en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇨ Excavations mécaniques des matériaux impactés au droit de l'ensemble du site ⇨ Mise en place éventuelle d'un blindage au niveau des bordures du site ⇨ Tri des matériaux et évacuation en centre(s) de traitement agréé(s) (ISDND et biocentre au regard des résultats du diagnostic - sous réserve d'acceptation du/des centre(s)) ⇨ Contrôle de la qualité des matériaux demeurant en place (prélèvements en fonds et flancs de fouilles et analyses en laboratoire) ⇨ Remblayage des fouilles par matériaux d'apport extérieur d'origine contrôlée ⇨ Démantèlement et repli des installations de chantier 	<p>➤ Retrait de l'ensemble des sources de pollution identifiées en sous-sol</p> <p>➤ Absence de relargage potentiel des polluants vers l'air du sol (milieu de transfert)</p> <p>➤ Absence de contrainte ultérieure d'aménagement</p>	<p>➤ Travaux lourds</p> <p>➤ Soumis à l'acceptation des centres notamment au regard des quantités concernées</p> <p>➤ Contraintes sanitaires pour les travailleurs et le voisinage, (volatilisation de substances toxiques)</p> <p>➤ Bilan carbone défavorable</p> <p>➤ Volumes importants de transport par voie routière et nuisances associées</p> <p>➤ Encombrement des décharges</p> <p>➤ Contrainte techniques à prévoir du fait :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de la présence d'une source de pollution identifiée en bordure Ouest nécessitant la mise en place de moyens de soutènement du fait de la présence d'un bâtiment industriel au droit du site voisin • de la nécessité de mise en place d'un blindage au niveau des autres bordures du site <p>➤ Option déraisonnable des points de vue économique, environnemental, social, ...</p>	<p align="center">2 400 k€ <i>(hors mise en place de blindage à proximité des voies de circulation et autres moyens de soutènement éventuels en bordure Ouest)</i></p>

OPTION DE GESTION (2/4)	Mode	Avantages	Inconvénients	Coût estimatif (+/- 20%)
<p>- Option 2 - Retrait des sources de pollution concentrées et gestion des remblais de mauvaise qualité via leur réutilisation sur site</p>	<p>➤ Principe de traitement :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇨ Excavation des matériaux reconnus comme fortement impactés par des hydrocarbures (C₅-C₄₀ et des hydrocarbures mono-aromatiques) associés à la fouille F10 et impactés (dans une moindre mesure) par des hydrocarbures C₁₀-C₄₀ associés à la fouille F8 (zone ZT d'une superficie d'environ 850 m²) et évacuation hors site en centre de traitement agréé (biocentre en première approche sous réserve d'acceptation) ⇨ Excavation des matériaux en partie Nord-Ouest (hors emprise de la zone ZT) et remblayage de la partie Sud (au droit de la future déchetterie) avec ces derniers ⇨ Remblayage (selon les besoins de l'aménagement) des fouilles en partie Nord-Ouest ⇨ Recouvrement du reste du site <p>➤ Moyens mis en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇨ Excavations mécaniques des matériaux impactés au droit de la zone ZT, ⇨ Mise en place éventuelle d'un blindage en bordure Ouest ⇨ Tri des matériaux et évacuation en centre(s) de traitement agréé(s) (biocentre au regard des résultats du diagnostic - sous réserve d'acceptation du centre), ⇨ Excavations mécaniques des remblais de mauvaise qualité en partie Nord-Ouest (hors emprise de la zone ZT) et remblayage de la partie Sud avec ces matériaux (au droit de la future déchetterie) ⇨ Contrôle de la qualité des matériaux demeurant en place en partie Nord-Ouest (prélèvements en fonds et flancs de fouilles et analyses en laboratoire), ⇨ Remblayage (selon les besoins de l'aménagement) de la partie Nord-Ouest par matériaux d'apport extérieur d'origine contrôlée ⇨ Démantèlement et repli des installations de chantier ⇨ Recouvrement du reste du site 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Simple et rapide à mettre en œuvre ➤ Répond bien aux principes de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués : en plus de la compatibilité sanitaire, privilégie des mesures simples de gestion dont le retrait des principales sources facilement accessibles ➤ Traitement rapide de la source « sols », notamment des matériaux fortement impactés en hydrocarbures C₅-C₄₀ et/ou hydrocarbures mono-aromatiques ➤ Permet une réutilisation de matériaux sur site préférentiellement à une évacuation hors site (ISDND et/ou biocentre) susceptible d'engendrer des surcoûts importants dans le cadre de l'aménagement 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contraintes sanitaires pour les travailleurs et le voisinage, (volatilisation de substances toxiques) ➤ Contraintes techniques à prévoir du fait de la présence d'une source de pollution identifiée en bordure Ouest nécessitant potentiellement la mise en place de moyens de soutènement du fait de la présence d'un bâtiment industriel au droit du site voisin ➤ Potentiel relargage des polluants présents dans le milieu « air du sol » (notamment au droit de la future déchetterie) 	<p align="center">≈ 140 K€ HT <i>(hors mise en place d'éventuels moyens de soutènement en bordure Ouest)</i></p>

OPTION DE GESTION (3/4)	Mode	Avantages	Inconvénients	Coût estimatif (+/- 20%)
<p>- Option 3 - Retrait des sources de pollution concentrées et gestion des remblais de mauvaise qualité via le retrait et l'acheminement hors site</p>	<p>➤ Principe de traitement :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇨ Excavation des remblais de mauvaise qualité en partie Nord-Ouest (hors emprise de la future déchetterie) reconnus impactés par des hydrocarbures C₅-C₄₀, des hydrocarbures mono-aromatiques, des HAP, des ETM, des PCB et/ou des dioxines jusqu'à 1,5 m de profondeur et acheminement hors site en centre(s) de traitement agréé(s) ⇨ Remblayage (selon les besoins de l'aménagement) de la partie Nord-Ouest par des matériaux d'apport extérieur d'origine contrôlée ⇨ Recouvrement du reste du site <p>➤ Moyens mis en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇨ Excavations mécaniques des remblais de mauvaise qualité en partie Nord-Ouest (hors emprise de la future déchetterie) ⇨ Mise en place éventuelle d'un blindage en bordure Ouest ⇨ Tri des matériaux et évacuation en centre(s) de traitement agréé(s) (biocentre et/ou ISDND au regard des résultats du diagnostic - sous réserve d'acceptation du/des centre(s)), ⇨ Contrôle de la qualité des matériaux demeurant en place en partie Nord-Ouest (prélèvements en fonds et flancs de fouilles et analyses en laboratoire), ⇨ Remblayage (selon les besoins de l'aménagement) de la partie Nord-Ouest par matériaux d'apport extérieur d'origine contrôlée ⇨ Démantèlement et repli des installations de chantier ⇨ Recouvrement du reste du site 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Simple et rapide à mettre en œuvre, ➤ Répond bien aux principes de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués : en plus de la compatibilité sanitaire, privilégie des mesures simples de gestion dont le retrait des principales sources facilement accessibles, ➤ Permet le traitement des principales sources de pollution en place 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Volumes importants de transport par voie routière et nuisances associées ➤ Contraintes sanitaires pour les travailleurs et le voisinage, (volatilisation de substances toxiques) ➤ Contraintes techniques à prévoir du fait de la présence d'une source de pollution identifiée en bordure Ouest nécessitant potentiellement la mise en place de moyens de soutènement du fait de la présence d'un bâtiment industriel au droit du site voisin ➤ <u>Potentiel relargage des polluants présents dans le milieu « air du sol » (notamment au droit de la future déchetterie)</u> ➤ <u>Nécessite l'évacuation de matériaux</u> (correspondant aux remblais de mauvaise qualité) <u>hors site en centre(s) de traitement agréé(s)</u> 	<p align="center">≈ 1 100 K€ HT (hors mise en place d'éventuels moyens de soutènement en bordure Ouest)</p>

OPTION DE GESTION (4/4)	Mode	Avantages	Inconvénients	Coût estimatif (+/- 20%)
<p>- Option 4 - Retrait des sources de pollution concentrées et recouvrement du reste du site</p>	<p>➤ <u>Principe de traitement</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇨ Excavation des matériaux reconnus comme fortement impactés par des hydrocarbures (C₅-C₄₀ et des hydrocarbures mono-aromatiques) associés à la fouille F10 et impactés (dans une moindre mesure) par des hydrocarbures C₁₀-C₄₀ associés à la fouille F8 (zone ZT d'une superficie d'environ 850 m²) et évacuation hors site en centre de traitement agréé (biocentre en première approche sous réserve d'acceptation) ⇨ <u>Remblayage (selon les besoins de l'aménagement) de la fouille</u> ⇨ <u>Recouvrement du reste du site</u> <p>➤ <u>Moyens mis en œuvre</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇨ Excavations mécaniques des matériaux impactés au droit de la zone ZT, ⇨ Mise en place éventuelle d'un blindage en bordure Ouest ⇨ Tri des matériaux et évacuation en centre(s) de traitement agréé(s) (biocentre au regard des résultats du diagnostic - sous réserve d'acceptation du centre), ⇨ Contrôle de la qualité des matériaux demeurant en place en partie Nord-Ouest (prélèvements en fonds et flancs de fouilles et analyses en laboratoire), ⇨ Remblayage (selon les besoins de l'aménagement) de la fouille par matériaux d'apport extérieur d'origine contrôlée ⇨ Démantèlement et repli des installations de chantier ⇨ Recouvrement du reste du site 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Simple et rapide à mettre en œuvre, ➤ Répond bien aux principes de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués : en plus de la compatibilité sanitaire, privilégie des mesures simples de gestion dont le retrait des principales sources facilement accessibles, ➤ Permet le traitement des principales sources de pollution en place 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contraintes sanitaires pour les travailleurs et le voisinage, (volatilisation de substances toxiques) ➤ Contraintes techniques à prévoir du fait de la présence d'une source de pollution identifiée en bordure Ouest nécessitant potentiellement la mise en place de moyens de soutènement du fait de la présence d'un bâtiment industriel au droit du site voisin ➤ <u>Potentiel relargage des polluants présents dans le milieu « air du sol »</u> 	<p>≈ 110 K€ HT (hors mise en place d'événuels moyens de soutènement en bordure Ouest)</p>

Au regard de ces éléments, les options 2 et 4 sont envisageables. **Ces options devront être associées à la mise en œuvre d'un recouvrement du reste du site par du bâti, de l'enrobé ou 30 cm de matériaux sains (associée à la garantie de celui-ci dans le temps - restriction d'usage des sols) ainsi qu'à la mise en place d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable vis-à-vis des matériaux présents (lit de sablon et/ou canalisations en acier/fonte).**

La stratégie de gestion retenue n'étant pas basée sur un retrait complet des sources, il conviendra alors, conformément à la Méthodologie Nationale (possibilité de conservation sur site de certaines sources pour lesquelles les traitements engagés n'ont pas permis le retrait de la source dans son intégralité mais dont la compatibilité sanitaire aura toutefois été confirmée par le biais de l'ARR présentée au paragraphe 7), de s'assurer via la mise en œuvre de restrictions d'usage :

- de la maîtrise des sources résiduelles,
- en cas de changement d'usage ou d'un changement de la configuration d'aménagement, de la réalisation de nouvelles études et la mise en œuvre d'un nouveau plan de gestion (ou la restriction de l'utilisation du site à l'usage envisagé via la mise en œuvre de servitudes réglementaires),
- de la conservation en mémoire la situation environnementale du site.
- en cas de travaux en sous-sol et/ou d'excavations de matériaux :
 - de la gestion adaptée des matériaux excavés vers un exutoire agréé,
 - de l'application de mesures de protection des travailleurs (information, surveillance, port d'équipements de protection adaptés).

7. - Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR)

Les objectifs de cette Analyse des Risques sanitaires Résiduels ont été, sur la base d'une quantification préalable établie selon les connaissances scientifiques du moment, de valider les options de gestion présentées au sein du Plan de Gestion via la vérification de l'absence de risques sanitaires inacceptables liés à la qualité des milieux (sols et air du sol) dans le cadre des usages futurs envisagés (« Déchetterie », « Bureaux » et « Crèche »). Dans le cadre de la présente étude, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- la mise en place d'un recouvrement de l'ensemble du site par 30 cm de matériaux sains, de l'enrobé, du béton ou du bâti (tel que préconisé dans le cadre du présent plan de gestion),
- la mise en place d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable vis-à-vis des matériaux en place (lit de sablon et/ou canalisations en acier/fonte),
- l'absence de jardin potager pédagogique en pleine terre et d'arbre fruitier associé à la future crèche

Aucun plan d'aménagement n'étant défini à ce jour, il a été considéré :

- la construction de bâtiments sans sous-sol et les implantations présentées au paragraphe 7.2.1,
- la mise en œuvre, a minima, de l'option de gestion 4 : retrait des principales sources de pollution (zone ZT) et recouvrement du reste du site par du bâti, de l'enrobé, du béton ou 30 cm de matériaux sains associé à la mise en place d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable.

7.1. - Identification et caractérisation des dangers potentiels

7.1.1. - Sélection des substances prises en compte

Les dangers potentiels liés à la présence de substances polluantes dans les sols et l'air du sol mises en évidence à l'issue des investigations au droit du site ont été déterminés en fonction de leurs caractéristiques spécifiques (concentrations mesurées, valeurs toxicologiques propres, propriétés physico-chimiques), conduisant aux sélections présentées dans le tableau suivant :

Substances	Prise en compte dans l'étude	Justification ^(a)
Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques C ₁₀ -C ₃₅ ^{(b) (c) (d)}	OUI	Présence dans les sols et/ou l'air du sol
<u>Hydrocarbures mono-aromatiques</u> : Xylènes totaux		
<u>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)</u> : Phénanthrène, fluoranthène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, dibenzo(a,h)anthracène, benzo(g,h,i)pérylène, indéno(1,2,3-cd)pyrène et pyrène		
<u>Eléments Traces Métalliques</u> : Mercure		
<u>Autres composés Organiques Volatils (COV)</u>	NON	Absence dans les milieux sources après retrait des principales sources de pollution identifiées (Zone ZT - teneurs inférieures aux seuils de quantification du laboratoire)
<u>Autres Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)</u>		
<u>Autres Eléments Traces Métalliques</u>		Prise en compte non pertinente en raison de la considération d'un recouvrement de l'ensemble du site par de l'enrobé, du béton un apport de matériaux sains ou des bâtiments et d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable vis-à-vis des matériaux en place / substances peu ou non volatiles
<u>Polychlorobiphényles (PCB)</u>		
<u>Dioxines</u>		

^(a) : les seuils de quantification atteints par les laboratoires pour les échantillons de sols et d'air du sol ont été définis afin de garantir l'absence de risques sanitaires non acceptables (pour les substances prises individuellement),

^(b) : hydrocarbures C₁₀-C₄₀ assimilées aux hydrocarbures C₁₀-C₃₅,

^(c) : prise en compte d'un mélange de type « huile minérale » dans les sols (voir proportions des coupes dans un tel mélange en annexe 4.2).

Remarque : le tableau précédent mentionne les substances retenues pour l'ensemble des scénarii. Ainsi, en fonction du scénario considéré, certaines substances sont susceptibles de ne pas avoir été sélectionnées du fait de leur absence dans les milieux sources au droit de la zone concernée (voir § 7.2.1).

7.1.2.- Identification des dangers potentiels des substances considérées

Le tableau suivant regroupe les substances ainsi sélectionnées, la nature du danger potentiel induit par celles-ci pour la voie d'exposition par inhalation et les cibles toxicologiques chez l'Homme :

Substances chimiques sélectionnées	Nature du danger	Voies d'exposition	Cibles toxicologiques chez l'Homme
Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques C ₁₀ -C ₃₅ ^(a)			
• Aliphatiques C _{>10} -C ₁₂ C _{>12} -C ₁₆	Systémique (non cancérogène)	* Inhalation	* Systèmes hépatique et circulatoire
• Aliphatiques C _{>16} -C ₂₁ C _{>21} -C ₃₅		* Inhalation	* Système hépatique
• Aromatiques C _{>10} -C ₁₂ C _{>12} -C ₁₆		* Inhalation	* Poids corporel
• Aromatiques C _{>16} -C ₂₁ C _{>21} -C ₃₅		* Inhalation	* Système rénal
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)			
• Phénanthrène	cancérogène et systémique	* Ingestion ^(b) * Inhalation	* Poids corporel
• Fluoranthène		* Ingestion ^(b) * Inhalation	* Systèmes neurologique, hépatique, rénal, circulatoire et poids corporel
• Pyrène		* Ingestion ^(b) * Inhalation	* Système rénal
• Benzo(a)anthracène	cancérogène et mutagène	* Ingestion ^(b) * Inhalation	* Systèmes digestif, respiratoire et circulatoire * Système respiratoire
• Chrysène			
• Benzo(b)fluoranthène	cancérogène		
• Benzo(k)fluoranthène	cancérogène et mutagène	* Ingestion ^(b) * Inhalation	* Systèmes digestif, respiratoire et circulatoire * Système respiratoire
• Benzo(a)pyrène			
• Indéno(1,2,3-cd)pyrène			
• Dibenzo(a,h)anthracène			
• Benzo(g,h,i)pérylène	cancérogène et systémique	* Ingestion ^(b) * Inhalation	* Système rénal
Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques			
• Xylènes totaux	systémique	* Inhalation	* Systèmes neurologique, respiratoire et développement fœtal
Eléments Traces Métalliques (ETM)			
• Mercure	systémique	* Inhalation	* Systèmes neurologique et rénal, développement fœtal

^(a) : prise en compte d'un mélange de type « huile minérale » dans les sols (voir proportions des coupes dans un tel mélange en annexe 4.2).

^(b) : quantification des risques pour les effets à seuil par inhalation à partir de la Valeur Toxicologique de Référence établie pour l'ingestion (extrapolation voie à voie - absence de VTR établie pour les effets à seuil par inhalation).

Le tableau en page suivante présente les classifications du pouvoir cancérogène des substances concernées parmi celles sélectionnées.

Substance	ORGANISME		
	Union Européenne	IARC	US EPA
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques			
• Phénanthrène	Non classifié	Groupe 3	Classe D
• Fluoranthène			
• Pyrène			
• Benzo(a)anthracène	Catégorie 2	Groupe 2B	Groupe B2
• Chrysène			
• Benzo(b)fluoranthène	Non classifié		
• Benzo(k)fluoranthène	Catégorie 2	Groupe 1	
• Benzo(a)pyrène			
• Indéno(1,2,3-cd)pyrène	Non classifié	Groupe 2B	
• Dibenzo(a,h)anthracène	Catégorie 2	Groupe 2A	
• Benzo(g,h,i)pérylène	Non classifié	Groupe 3	Classe D

IARC : International Agency for Research on Cancer

US EPA : United States Environmental Protection Agency

Union Européenne :

Catégorie 2 : « substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'Homme »

IARC :

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 »

Groupe 2B : « l'agent (ou le mélange) pourrait être cancérogène pour l'Homme »

Groupe 3 : « l'agent (le mélange ou les circonstances d'exposition) ne peut pas être classé quant à sa cancérogénicité pour l'Homme »

US EPA :

Groupe B2 : « substance potentiellement cancérogène pour l'Homme »

Classe D : « substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme »

7.2. - Evaluation des expositions potentielles

7.2.1. - Données concernant l'usage futur du terrain

Selon les informations fournies, le site est destiné à accueillir les installations suivantes :

- une déchetterie en partie Sud,
- des bureaux et une crèche en partie Nord (emplacement exact non défini à ce jour).

Ainsi en considérant les éléments présentés au paragraphe 5 concernant l'implantation de la future crèche et la mise en œuvre, a minima, de l'option de gestion n°4, les scénarii suivants ont été retenus :

- un scénario de type « **déchetterie** » (présence d'adultes et d'enfants visiteurs) en partie Sud du site,
- un scénario de type « **crèche** » (présence d'adultes et d'enfants) en partie Nord-Est (conformément aux éléments présentés au sein du paragraphe 5),
- un scénario de type « **bureaux** » (présence d'adultes et d'enfants visiteurs) au droit du reste du site (partie Nord-Ouest du site).

7.2.2. - Concentrations des substances sélectionnées

Les concentrations prises en compte dans les différents milieux en considérant la mise en œuvre, a minima, de l'option de gestion n°4, correspondent :

➤ **pour le scénario « Déchetterie » :**

- pour les sols sous bâti, aux concentrations maximales ^(a) mesurées durant les investigations d'avril 2009 (HPC Envirotec) au droit des fouilles F2 ^(b), F2/8 ^(b), F6, F7 ^(b), F9 ^(b), F10/11 ^(b), F11 ^(b) et F12,
- pour l'air du sol hors et sous bâti, aux concentrations modélisées ^{(a) (c)} à partir des teneurs dans les sols au droit des fouilles précitées.

^(a) : hypothèse majorante,

^(b) : les matériaux associés étant réutilisés pour le remblayage de la partie Sud du site (au droit de la future déchetterie) dans le cadre de la mise en œuvre de l'option de gestion n°2,

^(c) : les concentrations mesurées dans l'air du sol n'apparaissant pas représentative de l'état de contamination de l'ensemble du site et notamment cas de mise en œuvre de l'option de gestion n°2.

➤ **pour le scénario « Crèche » :**

- pour les sols sous bâti, aux concentrations maximales ^(a) mesurées durant les investigations d'avril 2009 (HPC Envirotec) au droit des fouilles F1 à F5,
- pour l'air du sol hors et sous bâti, aux concentrations modélisées ^{(a) (b)} à partir des teneurs dans les sols au droit des fouilles précitées.

^(a) : hypothèse majorante,

^(b) : absence de donnée relative à la qualité de l'air du sol au droit de la zone considérée (partie Nord-Est).

➤ **pour le scénario « Bureaux » :**

- pour les sols sous bâti, aux concentrations maximales ^(a) mesurées durant les investigations d'avril 2009 (HPC Envirotec) au droit des fouilles F2 ^(b), F2/8 ^(b), F7 ^(b), F9 ^(b), F10/11 ^(b) et F11 ^(b),
- pour l'air du sol hors et sous bâti, aux concentrations modélisées ^{(a) (c)} à partir des teneurs dans les sols au droit des fouilles précitées.

^(a) : hypothèse majorante,

^(b) : les matériaux associés étant susceptibles de demeurer en place dans le cadre de la mise en œuvre des options 3 et 4,

^(c) : les concentrations mesurées dans l'air du sol n'apparaissant pas représentative de l'état de contamination de l'ensemble du site.

Les concentrations ainsi retenues pour l'ensemble des scénarii étudiés sont synthétisées dans les tableaux présentés en pages suivantes ainsi qu'en annexe 4.4.

Concentrations maximales prises en compte dans le cadre de l'Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR)								
RESUME DES CONCENTRATIONS MAXIMALES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION	Sols		Air du sol		Air ambiant intérieur		Air ambiant extérieur	
	Hors et sous bâti		Hors et sous bâti	modélisation Johnson & Ettinger ⁽⁶⁾	Valeur retenue ⁽⁶⁾	modélisation HESP adulte ⁽⁶⁾	modélisation HESP enfant ⁽⁶⁾	
	(mg/kg)		(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	(mg/m ³)	
SCENARIO : DECHETIERE								
Xylènes totaux	0,0700	a	3,61	c	0,00120	0,00120	0,000195	0,000393
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	1,72	a,b	38,4	c	0,0129	0,0129	0,00288	0,00579
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	91,5	a,b	301	c	0,101	0,101	0,0226	0,0454
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₃₅	400	a,b	6,10	c	0,00205	0,00205	0,000457	0,000921
Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,572	a,b	1,38	c	0,000462	0,000462	0,000104	0,000208
Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	4,00	a,b	1,86	c	0,000625	0,000625	0,000141	0,000283
Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁	45,7	a,b	1,60	c	0,000538	0,000538	0,000124	0,000250
Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₃₅	26,3	a,b	0,00329	c	0,00000111	0,00000111	0,000000397	0,000000800
Phénaanthrène	0,150	a	0,000684	c	0,000000226	0,000000226	0,0000000391	0,0000000788
Fluoranthène	0,550	a	0,000218	c	0,0000000716	0,0000000716	0,0000000152	0,0000000306
Pyrène	0,450	a	0,000139	c	0,0000000457	0,0000000457	0,0000000109	0,0000000220
Benzo(a)anthracène	0,350	a	0,0000321	c	0,0000000107	0,0000000107	0,00000000320	0,00000000643
Chrysène	0,460	a	0,0000180	c	0,00000000598	0,00000000598	0,00000000263	0,00000000529
Benzo(b)fluoranthène	0,590	a	0,000184	c	0,0000000595	0,0000000595	0,00000000565	0,0000000114
Benzo(k)fluoranthène	0,250	a	0,000000464	c	0,000000000158	0,000000000743	0,000000000369	0,00000000713
Benzo(a)pyrène	0,280	a	0,000000631	c	0,000000000214	0,000000000723	0,000000000359	0,00000000723
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,180	a	0,0000000809	c	0,000000000273	0,000000000686	0,000000000341	0,000000000686
Dibenzo(a,h)anthracène	0,0600	a	0,00000000112	c	0,00000000000624	0,000000000185	0,0000000000917	0,000000000185
Benzo(g,h,i)perylene	0,220	a	0,0000000478	c	0,000000000163	0,00000000185	0,000000000933	0,00000000188
Mercurure	0,320	a	0,0000000739	c	0,00000000128	0,0000000146	0,00000000724	0,00000000146

(6) : concentrations maximales mesurées durant les investigations d'avril 2009 (HPC Envirotec) au droit des fouilles F2, F2.8, F6, F7, F9, F10.11, F11 et F12.

(6) : prise en compte des caractéristiques des coupes pétrolières pour un mélange de type "huile minérale" (voir proportions des coupes dans un tel mélange en annexe 4.2).

(6) : teneur modélisée à partir de la concentration dans les sols (voir équation en annexe 4.3).

(6) : concentration modélisée à partir des équations de Johnson & Ettinger (voir équations en annexe 4.3).

(6) : concentration modélisée à partir des teneurs dans les sols et des équations de HESP (voir équations en annexe 4.3).

(6) : valeur maximale entre la concentration modélisée dans l'air intérieur et celle modélisée dans l'air extérieur.

Concentrations maximales prises en compte dans le cadre de l'Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR)								
RESUME DES CONCENTRATIONS MAXIMALES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION	Sols		Air du sol		Air ambiant intérieur		Air ambiant extérieur	
	Hors et sous bâti		Hors et sous bâti		modélisation Johnson & Eitinger ^(e) (mg/m ³)	Valeur retenue ^(e) (mg/m ³)	modélisation HESP adulte ^(e) (mg/m ³)	modélisation HESP enfant ^(e) (mg/m ³)
	(mg/kg)		(mg/m ³)					
SCENARIO : CRECHE								
Fluoranthène	0.120	a	0.0000475	b	0.0000000139	0.0000000139	0.00000000332	0.00000000668
Pyrène	0.100	a	0.0000309	b	0.00000000902	0.00000000902	0.00000000243	0.00000000489
Benzo(a)anthracène	0.0700	a	0.00000642	b	0.00000000190	0.00000000190	0.000000000639	0.00000000129
Chrysène	0.100	a	0.00000391	b	0.00000000115	0.00000000115	0.000000000571	0.00000000115
Benzo(b)fluoranthène	0.120	a	0.0000374	b	0.00000000108	0.00000000108	0.00000000115	0.00000000231
Benzo(k)fluoranthène	0.0600	a	0.000000111	b	0.000000000355	0.000000000178	0.0000000000885	0.000000000178
Mercure	0.330	a	0.0000000762	b	0.000000000131	0.00000000150	0.000000000747	0.00000000150

^(a) : aux concentrations maximales mesurées durant les investigations d'avril 2009 (HPC Envirotec) au droit des fouilles F1 à F5,

^(b) : teneur modélisée à partir de la concentration dans les sols (voir équations en annexe 4.3),

^(c) : concentration modélisée à partir des équations de Johnson & Eitinger (voir équations en annexe 4.3),

^(d) : concentration modélisée à partir des teneurs dans les sols et des équations de HESP (voir équations en annexe 4.3),

^(e) : valeur maximale entre la concentration modélisée dans l'air intérieur et celle modélisée dans l'air extérieur.

Concentrations maximales prises en compte dans le cadre de l'Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR)						
RESUME DES CONCENTRATIONS MAXIMALES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION	Sols		Air du sol		Air ambiant intérieur	
	Hors et sous bâti (mg/kg)		Hors et sous bâti (mg/m ³)	modélisation Johnson & Ettlinger (4)	Valeur retenue (6)	modélisation HESP adulte (6)
						modélisation HESP enfant (6)
SCENARIO : BUREAUX						
Xylènes totaux	0.0700	a	3.61	c	0.00107	0.000195
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	1.72	a,b	38.4	c	0.0114	0.002388
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₃ -C ₁₆	91.5	a,b	301	c	0.0896	0.0226
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₃₅	400	a,b	6.10	c	0.00182	0.000457
Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	0.572	a,b	1.38	c	0.000410	0.000104
Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	4.00	a,b	1.86	c	0.000554	0.000141
Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₃₁	45.7	a,b	1.60	c	0.000477	0.000124
Hydrocarbures aromatiques C ₃₁ -C ₃₅	26.3	a,b	0.00329	c	0.000000983	0.000000397
Phénanthrène	0.150	a	0.000684	c	0.000000201	0.000000391
Fluoranthène	0.550	a	0.000218	c	0.0000000637	0.0000000152
Pyrrène	0.450	a	0.000139	c	0.0000000406	0.0000000109
Benzo(a)anthracène	0.350	a	0.0000321	c	0.00000000950	0.00000000320
Chrysène	0.460	a	0.000180	c	0.00000000531	0.00000000263
Benzo(b)fluoranthène	0.590	a	0.000184	c	0.00000000529	0.00000000565
Benzo(k)fluoranthène	0.250	a	0.000000464	c	0.000000000140	0.000000000369
Benzo(a)pyrrène	0.280	a	0.000000631	c	0.000000000190	0.000000000359
Indéno(1,2,3-cd)pyrrène	0.180	a	0.0000000809	c	0.0000000000242	0.0000000000686
Dibenzo(a,h)anthracène	0.0600	a	0.00000000112	c	0.00000000000395	0.00000000000917
Benzo(g,h,i)pyrrène	0.220	a	0.0000000478	c	0.0000000000144	0.0000000000933
Mercure	0.320	a	0.0000000739	c	0.000000000128	0.000000000724
						0.00000000146

(1) : concentrations maximales mesurées durant les investigations d'avril 2009 (HPC Envirotec) au droit des feuilles F2, F2.8, F7, F9, F10.11 et F11.
(2) : prise en compte des caractéristiques des coupes pétrolières pour un mélange de type "huile minérale" (voir proportions des coupes dans un tel mélange en annexe 4.2).
(3) : teneur modélisée à partir de la concentration dans les sols (voir équations en annexe 4.3).
(4) : concentration modélisée à partir des équations de Johnson & Ettlinger (voir équations en annexe 4.3).
(5) : concentration modélisée à partir des teneurs dans les sols et des équations de HESP (voir équations en annexe 4.3).
(6) : valeur maximale entre la concentration modélisée dans l'air intérieur et celle modélisée dans l'air extérieur.

7.2.3. - Budgets espace-temps

Les budgets espace-temps retenus pour les futurs usagers (adultes et enfants) du site en fonction des scénarii d'usage étudiés sont synthétisés dans le tableau suivant :

Scénario	Usagers	Types d'usagers	Durées d'exposition des usagers		Budgets espace-temps	
					Extérieur	Intérieur
• Déchetterie	• Employés	Adultes	25 ans ⁽¹⁾	217 J/an ⁽²⁾	4H00 /j ⁽³⁾	4H00 /j ⁽³⁾
	• Usagers	Adultes	24 ans ⁽⁵⁾	52 J/an ⁽⁴⁾	0H30 /j ⁽³⁾	0H15 /j ⁽⁴⁾
		Enfants	6 ans ⁽⁵⁾	52 J/an ⁽⁴⁾	0H30 /j ⁽³⁾	0H15 /j ⁽⁴⁾
• Crèche	• Employés	Adultes	25 ans ⁽¹⁾	217 j/an ⁽²⁾	1H00 /j ⁽³⁾	7H00 /j ⁽³⁾
	• Usagers	Adultes	24 ans ⁽⁵⁾	217 j/an ⁽²⁾	0H30 /j ⁽³⁾	0H15 /j ⁽³⁾
		Enfants	3 ans ⁽⁶⁾	217 j/an ⁽²⁾	1H00 /j ⁽³⁾	9H00 /j ⁽³⁾
• Bureaux	• Employés	Adultes	25 ans ⁽¹⁾	217 j/an ⁽²⁾	1H00 /j ⁽³⁾	8H00 /j ⁽³⁾
	• Visiteur	Adultes	24 ans ⁽⁵⁾	52 J/an ⁽⁴⁾	0H30 /j ⁽³⁾	0H30 /j ⁽³⁾
		Enfants	6 ans ⁽⁵⁾	52 J/an ⁽⁴⁾	0H30 /j ⁽³⁾	0H30 /j ⁽³⁾

- (1) : estimation d'une durée de travail moyenne sur un même lieu au cours d'une carrière professionnelle,
 (2) : nombre de jours de travail sur une année (loi des 35 H),
 (3) : répartition du nombre d'heures passées à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments,
 (4) : considération d'une fréquence d'exposition hebdomadaire,
 (5) : donnée utilisée lors de l'établissement des anciennes VCI pour un usage sensible d'un site (MEDAD),
 (6) : exposition des enfants depuis la crèche jusqu'à l'école maternelle,
 En gras les cibles retenues

7.2.4. - Voies de transfert considérées

Compte tenu des propriétés physico-chimiques des substances polluantes sélectionnées et des scénarii d'usage (voir § 7.2.1), la présente évaluation a été effectuée en considérant les sols et l'air du sol comme voies potentielles de transfert vers l'Homme.

Ces dernières sont réunies dans le tableau synthétique suivant :

Caractéristiques des substances	Formes et voies potentielles de transfert vers l'Homme		Substances concernées
• Accessibles	Sols et poussières	Air ambiant et contact direct	Sans objet : prise en compte non pertinente en raison de la considération d'un recouvrement de l'intégralité du site
• Volatiles et semi-volatiles	Vapeurs, gaz	Sols, air du sol ⁽¹⁾ puis air ambiant ⁽²⁾	Toutes les substances considérées
• Diffusion à travers le polyéthylène de haute densité (PEHD)	Sols profonds	Sols à l'emplacement des canalisations, canalisations PEHD puis eau du robinet ⁽³⁾	Sans objet : prise en compte de la mise en place d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable vis-à-vis des matériaux en place
• Biodisponibles	Légumes		Sans objet (absence de jardins potagers)

- (1) : les concentrations dans l'air du sol sont issues d'une modélisation à partir des concentrations dans les sols (hypothèse majorante - voir équations en annexe 4.3),
 (2) : les concentrations dans l'air ambiant sont issues d'une modélisation à partir des concentrations dans l'air du sol (voir équations en annexe 4.3),
 (3) : pénétration par diffusion à travers des conduites d'eau potable (en PEHD, etc...).

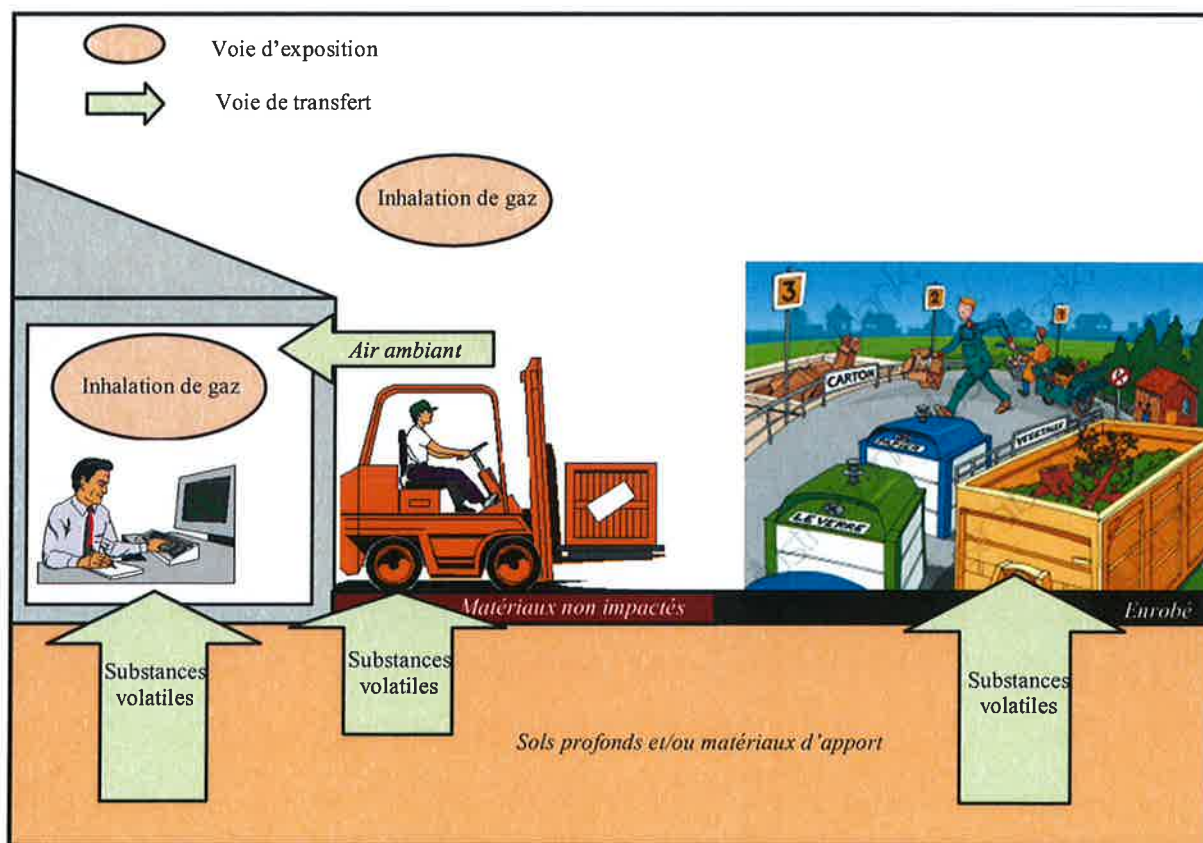
7.2.5. - Voies d'exposition - Schémas conceptuels

Sur la base des spécificités des scénarii d'usage (voir § 7.2.1) et des voies potentielles de transfert des substances polluantes identifiées (voir § 7.2.4) vers les populations cibles représentées par les futurs usagers du site, plusieurs schémas conceptuels ont été élaborés.

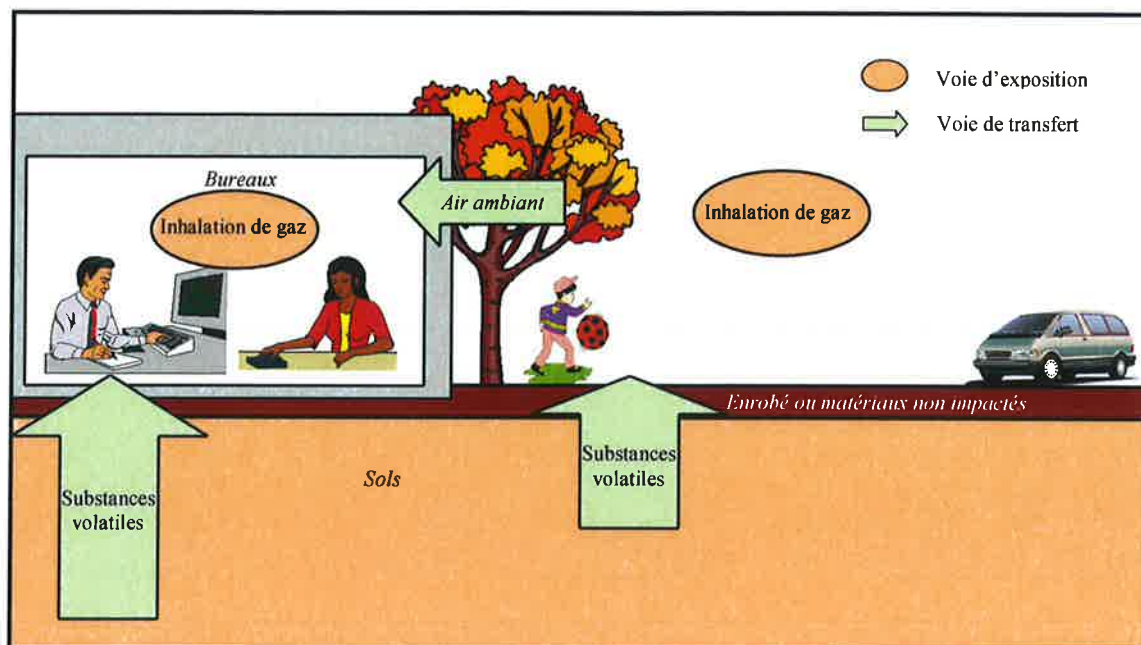
L'ensemble des voies d'exposition prises en compte dans ces schémas conceptuels est listé dans le tableau suivant :

Type d'usagers considérés	Voies d'exposition potentielles	Milieux sources considérés pour la modélisation
Scénario: « Déchetterie », « Crèche » et « Bureaux » <u>Adultes et enfants</u>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Voie pulmonaire (inhalation) :</u> 	
	<ul style="list-style-type: none"> * air ambiant extérieur et intérieur contaminé 	Sols, air du sol puis air ambiant

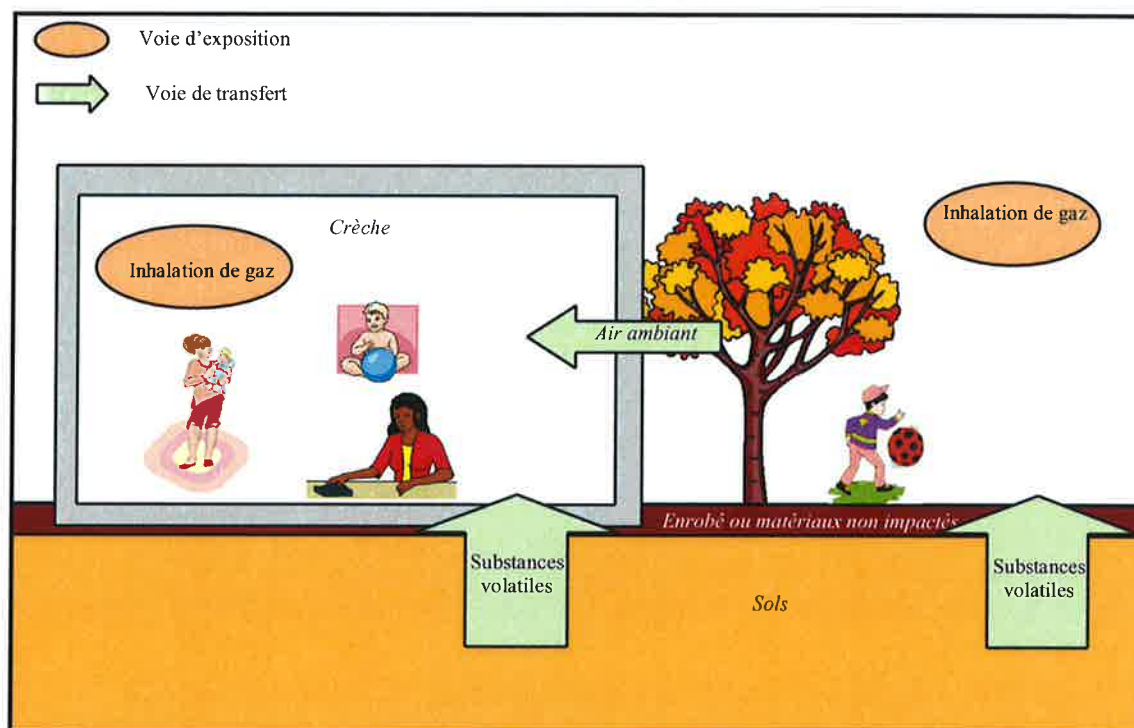
Scénario « Déchetterie »



Scénario « Bureaux »

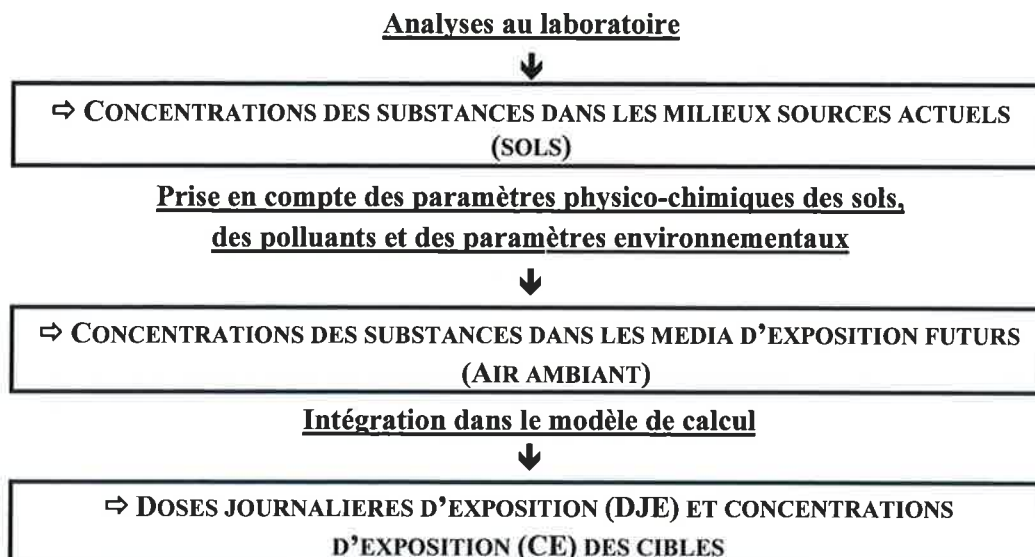


Scénario « Crèche »



7.2.6. - Calcul des doses journalières et concentrations d'exposition (DJE et CE)

Sur la base des concentrations en substances polluantes mesurées dans les sols au droit du site et des voies d'exposition et de transfert considérées dans le cadre des scénarii d'usage (voir schémas conceptuels - § 7.2.5), un calcul des **doses journalières d'exposition (DJE)** et des **concentrations d'exposition (CE)** des cibles a été effectué à l'aide du modèle de transfert des polluants (voir annexe 4.1) selon la procédure décrite dans le schéma présenté en page suivante.



Les **DJE** (doses journalières d'exposition en mg/kg/j) sont établies pour chaque voie d'exposition potentielle (dans le cas présent uniquement l'inhalation de gaz) en fonction du poids des individus et de leur durée d'exposition. Celles-ci sont comparées, lors de la quantification des risques, aux doses journalières tolérables (DJT en mg/kg/j).

Les **CE** (concentrations d'exposition en mg/m³) sont rapportées au temps passé sur le site. Elles représentent la conversion des DJE par inhalation (mg/kg/j) en mg/m³ (en multipliant par le poids et en divisant par le volume respiratoire pour chaque cible) et sont comparées lors de la quantification des risques aux concentrations tolérables (CT en mg/m³).

Les résultats du calcul par le modèle des DJE et des CE pour le scénario d'exposition considéré sont présentés en annexe 4.5.

7.3. - Caractérisation des risques pour la santé des usagers

7.3.1. - Détermination des valeurs toxicologiques de relation dose - effets

La première phase de la caractérisation des risques a consisté en une compilation des données scientifiques disponibles les plus récentes concernant la toxicité des substances polluantes retenues, en distinguant les effets potentiels **sans seuil** (cancérogènes, mutagènes et tératogènes) et/ou systémiques **avec seuil** (non cancérogènes, non mutagènes et non tératogènes).

- **Dans le cas des substances à effets systémiques avec seuil** (à effets non cancérogènes : toutes les substances considérées dans le cas présent à l'exception des HAP uniquement cancérogènes), les niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour la santé sont les **concentrations tolérables (CT)** applicables pour l'inhalation.
- **Pour les substances polluantes à effets sans seuil** (surtout à effets cancérogènes : l'ensemble des HAP retenus), la relation entre le degré d'exposition chez l'Homme et la probabilité de développer de tels effets est exprimée par des indices représentant un excès de risque unitaire par inhalation (ERUI).

Les valeurs toxicologiques (CT et ERUI), issues de la bibliographie existante, considérées dans la présente étude pour chaque substance polluante ont été sélectionnées selon les critères suivants (voir justification du choix pour chaque substance en annexe 4.6) :

1. choix prioritaire des données toxicologiques issues d'études chez l'Homme (études épidémiologiques, études d'exposition professionnelles...) si elles sont de qualité suffisante et si les expositions sont suffisamment bien caractérisées,
2. bonne adéquation des durées et voies d'exposition des études toxicologiques (d'où sont issues les valeurs) avec les durées et voies d'exposition du scénario de la présente étude,
3. choix préférentiel des bases de données les mieux renseignées et des valeurs toxicologiques les plus récentes (réactualisées récemment et/ou issues d'études récentes).

Remarque : au-delà de la Circulaire DGS du 30 mai 2006, qui vise essentiellement la sélection simplifiée de VTR dans l'optique de leur utilisation dans une grille simplifiée de calcul (grille IEM des outils méthodologiques) et qui propose une sélection sur la base d'une hiérarchisation non étayée des bases de données (d'abord les valeurs américaines, comme par exemple de la banque de données IRIS, maximalistes et sans la prise en compte des critères de choix scientifiques concernant les VTR), HPC Envirotec applique des critères de sélection scientifiques de ces valeurs présentés ci-avant.

Remarque sur la prise en compte de l'inhalation : les risques cancérogènes et non cancérogènes par inhalation ont été calculés en tenant compte des volumes respiratoires spécifiques des individus pour le scénario considéré (voir détails en annexe 4.2). Pour les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) pour l'inhalation basées initialement sur un volume respiratoire et un poids donnés (20 m³/j et 70 kg pour la majorité des VTR issues de la littérature), ces dernières ont été transformées suivant l'équation proposée suivante :

$$VTR_{\text{utilisée dans l'ARR}} = VTR_{\text{de la base de données}} * (20 \text{ m}^3/\text{j} / 70 \text{ kg (adulte)}) * (P_{\text{individu}} / VR_{\text{individu}})$$

VTR : Valeur Toxicologique de Référence par inhalation recalculée (mg/m³)

P_{individu} : Poids corporel de l'individu (voir annexe 4.2)

VR_{individu} : Volume Respiratoire journalier de l'individu (voir annexe 4.2)

D'autre part, les Valeurs Toxicologiques de Références pour l'inhalation exprimées en mg/kg/j dans la base de données ont été transformées en mg/m³.

L'ensemble des valeurs toxicologiques de référence pour les risques chroniques sélectionnées pour l'étude est ainsi regroupé au sein du tableau en page suivante.

Substance	Nature du danger	Valeur toxicologique chronique				Espèce	Critère / Facteur de sécurité	Organisme (*)
		Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)	Valeur	application d'un FET			
Hydrocarbures								
Hydrocarbures aliphatiques C _{>10} -C ₁₂	NC	Inhalation	Systèmes hépatique et circulatoire	1,0 mg/m ³	-	rat	NOAEL / 1000	TPHCWG 1997
Hydrocarbures aliphatiques C _{>12} -C ₁₆	NC	Inhalation	Systèmes hépatique et circulatoire	1,0 mg/m ³	-	rat	NOAEL / 1000	
Hydrocarbures aliphatiques C _{>16} -C ₃₅	NC	Inhalation	Système hépatique	Non disponible	-	-	-	
Hydrocarbures aromatiques C _{>10} -C ₁₂	NC	Inhalation	Diminution du poids corporel	0,2 mg/m ³	-	Estimation à partir des valeurs de l'isopropylbenzène et des HAP non cancérigènes		
Hydrocarbures aromatiques C _{>12} -C ₁₆	NC	Inhalation	Diminution du poids corporel	0,2 mg/m ³				
Hydrocarbures aromatiques C _{>16} -C ₂₁	NC	Inhalation	Système rénal	Non disponible	-	-	-	
Hydrocarbures aromatiques C _{>21} -C ₃₅	NC	Inhalation	Système rénal	Non disponible	-	-	-	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques								
Approche générale concernant l'évaluation des risques sanitaires cancérigènes pour cette famille : application d'un facteur d'équivalence toxique - FET La démarche adoptée pour cette famille de substances consiste à attribuer à chaque composé un coefficient de pondération appelé facteur d'équivalence toxique (FET) par référence à un composé de référence en considérant qu'il n'existe pas d'interactions antagoniste ou synergiques entre les composés du mélange et que chaque composé agit selon le même mécanisme d'action toxique. Cette démarche permet de déterminer le potentiel toxique cancérigène de chaque composé par rapport au potentiel toxique cancérigène du B(a)P par application des facteurs d'équivalence de toxicité proposés par Nisbet et LaGoy (1992)								
Benzo(a)anthracène	C, M	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	0,1	hamster	TEQ / BaP	
Benzo(a)pyrène	C, M	Inhalation	Système respiratoire	1,1 [mg/m ³] ⁻¹	1	hamster	1	OEHA 2002
Benzo(b)fluoranthène	C	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	0,1	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Benzo(g,h,i)peryène	NC	Ingestion	Système rénal	0,03 mg/kg/j	-	TPH (16-35)		RIVM 2000
	C	Inhalation	Système rénal	0,011 [mg/m ³] ⁻¹	0,01	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Benzo(k)fluoranthène	C, M	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	0,1	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Chrysène	C, M	Inhalation	Système respiratoire	0,011 [mg/m ³] ⁻¹	0,01	hamster	TEQ / BaP	
Dibenzo(a,h)anthracène	C, M	Inhalation	Système respiratoire	1,1 [mg/m ³] ⁻¹	1	hamster	TEQ / BaP	
Fluoranthène	NC	Ingestion	Système neurologique, hépatique, rénal, circulatoire et poids corporel	0,04 mg/kg/j	-	souris	NOAEL / 3000	IRIS 1993
	C	Inhalation	Système neurologique, hépatique, rénal, circulatoire et poids corporel	0,0011 [mg/m ³] ⁻¹	0,001	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	C, M	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	0,1	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Phénanthrène	NC	Ingestion	Diminution du poids corporel	0,04 mg/kg/j	-	TPH (9-16)		RIVM 2000
	C	Inhalation	Diminution du poids corporel	0,0011 [mg/m ³] ⁻¹	0,001	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Pyrène	NC	Ingestion	Système rénal	0,03 mg/kg/j	-	souris	NOAEL / 3000	IRIS 1993
	C	Inhalation	Système rénal	0,0011 [mg/m ³] ⁻¹	0,001	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Hydrocarbures Monoaromatiques								
Xylènes totaux	NC	Inhalation	Développement fœtal, systèmes neurologique et respiratoire	0,22 mg/m ³	-	homme	LOAEL / 300	ATSDR 2005
Éléments Traces Métalliques (ETM)								
Mercure	NC	Inhalation	Systèmes neurologique et rénal, développement fœtal	0,0003 mg/m ³	-	homme	LOAEL / 30	IRIS 1995

NC : Non Cancérogène

C : Cancérogène

M : Mutagène

NOAEL : Non Observed Adverse Effect Level

LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

TEQ : Toxicity Equivalent (voir annexe 4.6)

BaP : Benzo(a)Pyrène

TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group

(*) : Voir liste des organismes en annexe 4.10

7.3.2. - Quantification des risques pour les usagers

Les équations intégrées dans le modèle (voir annexe 4.3) pour effectuer la quantification des risques liés aux diverses substances sélectionnées sont définies ci-dessous :

➤ **Le risque non cancérogène** (ou **quotient de danger QD**) a été défini par le rapport de la dose journalière d'exposition (DJE calculée par le modèle) sur la concentration tolérable (CT) et ce, pour chaque substance considérée :

Le quotient de danger (QD) est comparé au seuil considéré comme acceptable de 1 (défini par la circulaire du 08 février 2007 ^(*)) :

$$\Rightarrow \text{QD} = \text{DJE (mg/m}^3\text{)} / \text{CT (mg/m}^3\text{)} \quad [\text{pour l'inhalation}].$$

- si $\text{QD} < 1$: risque considéré comme acceptable
- si $\text{QD} \geq 1$: risque considéré comme non acceptable

^(*) : Ministère chargé de l'Environnement. Circulaire du 8 février 2007 : « Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites ».

➤ **Le risque cancérogène** (ou **excès de risque individuel ERI**) a été calculé en multipliant la dose journalière d'exposition (DJE) par l'excès de risque unitaire (ERUI), pour chaque substance :

L'excès de risque individuel (ERI) est comparé au seuil de 10^{-5} considéré comme acceptable (défini par la circulaire du 08 février 2007 ^(*)) :

$$\Rightarrow \text{ERI} = \text{DJE (mg/m}^3\text{)} * \text{ERUI (mg/m}^3\text{)}^{-1} \quad [\text{pour l'inhalation}].$$

- si $\text{ERI} < 10^{-5}$: risque considéré comme acceptable
- si $\text{ERI} \geq 10^{-5}$: risque considéré comme non acceptable

^(*) : Ministère chargé de l'Environnement. Circulaire du 8 février 2007 : « Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites ».

L'additivité des risques sanitaires liés à la présence simultanée des substances sélectionnées a été prise en compte en procédant :

- pour les substances à effets cancérogènes à l'addition des Excès de Risques Individuels (ERI) déterminés pour chaque substance,
- pour les substances à effets non cancérogènes à l'addition des quotients de danger (QD) uniquement pour les substances ayant le même organe cible.

Remarque : en ce qui concerne les substances mutagènes (le benzo(a)anthracène, le chrysène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(a)pyrène, l'indéno(1,2,3-cd)pyrène et le dibenzo(a,h)anthracène dans le cas présent), un facteur de sécurité supplémentaire de 10 (VTR x 10) est pris en compte pour les enfants, en raison de leur plus grande sensibilité aux effets génotoxiques (référence : UBA 2000). L'USEPA propose une approche similaire depuis mars 2005.

Les risques cancérogènes et non cancérogènes ainsi calculés pour les usagers futurs du site (adultes et enfants) en fonction des propriétés des substances identifiées en sous-sol du site et des scénarii d'usage futur du site (cibles, paramètres d'expositions, schémas conceptuels établis) sont synthétisés dans les tableaux suivants, les risques sanitaires (QD et ERI) par voie d'exposition étant également présentés en annexe 4.7 :

➤ **Scénario « Déchetterie » :**

SCENARIO :		DECHETTERIE			
CIBLES :		ADULTES		ENFANTS	
		risques non cancérogènes	risques cancérogènes	risques non cancérogènes	risques cancérogènes
1	Xylènes totaux	0,000637	-	0,0000578	-
2	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,00158	-	0,000157	-
3	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	0,0124	-	0,00123	-
4	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₃₅	0,0000586	-	0,00000866	-
5	Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,000284	-	0,0000283	-
6	Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	0,000385	-	0,0000383	-
7	Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁	0,00103	-	0,000154	-
8	Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₃₅	0,00000236	-	0,000000406	-
9	Phénanthrène	0,000000309	1,05E-11	0,000000425	2,32E-13
10	Fluoranthène	0,000000101	3,43E-12	0,0000000148	8,05E-14
11	Pyrène	0,0000000883	2,24E-12	0,0000000133	5,45E-14
12	Benzo(a)anthracène	-	5,51E-11	-	1,44E-11
13	Chrysène	-	3,43E-12	-	1,02E-12
14	Benzo(b)fluoranthène	-	2,55E-10	-	4,91E-12
15	Benzo(k)fluoranthène	-	4,68E-12	-	1,41E-12
16	Benzo(a)pyrène	-	4,56E-11	-	1,37E-11
17	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	4,33E-13	-	1,30E-13
18	Dibenzo(a,h)anthracène	-	1,16E-12	-	3,50E-13
19	Benzo(g,h,i)pérylène	0,00000000467	1,18E-13	0,00000000087	3,56E-15
20	Mercure	0,000000781	-	0,0000000978	-
Somme des risques cancérogènes		(lim. : 1,00E-05)	3,82E-10		3,63E-11
Somme des risques non cancérogènes		(lim. : 1,00)			
Système neurologique (1+10+20)		0,000638	-	0,0000579	-
Système hépatique (2+3+4+10)		0,0141	-	0,00140	-
Système rénal (7+8+10+11+19+20)		0,00104	-	0,000155	-
Système circulatoire (2+3+10)		0,0140	-	0,00139	-
Système respiratoire (1)		0,000637	-	0,0000578	-
Développement fœtal (1+20)		0,000638	-	-	-
Diminution du poids corporel (5+6+9+10)		0,000670	-	0,0000667	-

Dans le cadre du scénario « **Déchetterie** », la durée de présence définie pour l'étude est de 31 ans (6 années « enfant » + 25 années « adulte »). Dans ce cas, les risques cancérogènes s'additionnent et conduisent aux résultats présentés dans le tableau suivant :

SCENARIO : DECHETTERIE		
CIBLES : ADULTES + ENFANTS		
9	Phénanthrène	1,07E-11
10	Fluoranthène	3,51E-12
11	Pyrène	2,29E-12
12	Benzo(a)anthracène	6,95E-11
13	Chrysène	4,45E-12
14	Benzo(b)fluoranthène	2,60E-10
15	Benzo(k)fluoranthène	6,09E-12
16	Benzo(a)pyrène	5,93E-11
17	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	5,63E-13
18	Dibenzo(a,h)anthracène	1,51E-12
19	Benzo(g,h,i)pérylène	1,22E-13
Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05)		4,18E-10

Il ressort des tableaux précédents que pour l'usage futur « **Déchetterie** » dans les conditions décrites au paragraphe 7.2.1, les risques cancérrogènes (sans seuil d'exposition, enfants et cumulés « adultes + enfants ») et systémiques (non cancérrogènes) sont **inférieurs aux limites acceptables respectivement de 1,00E-05 et de 1,00** (d'un facteur d'environ 2,4E03 pour les risques cancérrogènes et 71 pour les risques non cancérrogènes relatifs au système hépatique).

➤ **Scénario « Crèche » :**

SCENARIO :		CRECHE			
CIBLES :		ADULTES		ENFANTS	
		risques non cancérrogènes	risques cancérrogènes	risques non cancérrogènes	risques cancérrogènes
1	Fluoranthène	0,0000000230	9,78E-13	0,0000000564	1,54E-13
2	Pyrène	0,0000000200	6,38E-13	0,0000000492	1,01E-13
3	Benzo(a)anthracène	-	1,36E-11	-	2,15E-11
4	Chrysène	-	8,42E-13	-	1,35E-12
5	Benzo(b)fluoranthène	-	7,45E-11	-	1,16E-11
6	Benzo(k)fluoranthène	-	1,30E-12	-	2,08E-12
7	Mercure	0,000000931	-	0,00000124	-
Somme des risques cancérrogènes		(lim. : 1,00E-05)	9,18E-11		3,67E-11
Somme des risques non cancérrogènes		(lim. : 1,00)			
Système neurologique (1+7)		0,000000954	-	0,00000130	-
Système hépatique (1)		0,0000000230	-	0,0000000564	-
Système rénal (1+2+7)		0,000000974	-	0,00000135	-
Système circulatoire (1)		0,0000000230	-	0,0000000564	-
Développement fœtal (7)		0,000000931	-	-	-
Diminution du poids corporel (1)		0,0000000230	-	0,0000000564	-

Dans le cadre du scénario « **Crèche** », la durée de présence définie pour l'étude est de 28 ans (3 années « enfant » + 25 années « adulte »). Dans ce cas, les risques cancérrogènes s'additionnent et conduisent aux résultats présentés dans le tableau suivant :

SCENARIO : CRECHE		
CIBLES : ADULTES + ENFANTS		
1	Fluoranthène	1,13E-12
2	Pyrène	7,39E-13
3	Benzo(a)anthracène	3,50E-11
4	Chrysène	2,19E-12
5	Benzo(b)fluoranthène	8,61E-11
6	Benzo(k)fluoranthène	3,38E-12
Somme des risques cancérrogènes (lim. : 1,00E-05)		1,29E-10

Il ressort des tableaux précédents que pour l'usage futur « **Crèche** » dans les conditions décrites au paragraphe 7.2.1, les risques cancérrogènes (sans seuil d'exposition, enfants et cumulés « adultes + enfants ») et systémiques (non cancérrogènes) sont **inférieurs aux limites acceptables respectivement de 1,00E-05 et de 1,00** (d'un facteur d'environ 7,8E04 pour les risques cancérrogènes et 7,41E05 pour les risques non cancérrogènes relatifs au système rénal).

➤ **Scénario « Bureaux » :**

SCENARIO :		BUREAUX			
CIBLES :		ADULTES		ENFANTS	
		risques non cancérogènes	risques cancérogènes	risques non cancérogènes	risques cancérogènes
1	Xylènes totaux	0,000983	-	0,0000197	-
2	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,00233	-	0,000051	-
3	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	0,0183	-	0,00040	-
4	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₃₅	0,0000686	-	0,00000281	-
5	Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,000419	-	0,0000092	-
6	Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	0,000567	-	0,0000124	-
7	Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁	0,00120	-	0,000050	-
8	Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₃₅	0,0000252	-	0,00000122	-
9	Phénanthrène	0,000000377	1,60E-11	0,000000144	7,83E-14
10	Fluoranthène	0,000000120	5,10E-12	0,000000048	2,64E-14
11	Pyrène	0,0000001025	3,27E-12	0,000000043	1,75E-14
12	Benzo(a)anthracène	-	7,71E-11	-	4,46E-12
13	Chrysène	-	4,39E-12	-	2,97E-13
14	Benzo(b)fluoranthène	-	4,18E-10	-	1,80E-12
15	Benzo(k)fluoranthène	-	6,14E-12	-	4,16E-13
16	Benzo(a)pyrène	-	5,98E-11	-	4,05E-12
17	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	5,68E-13	-	3,84E-14
18	Dibenzo(a,h)anthracène	-	1,53E-12	-	1,03E-13
19	Benzo(g,h,i)pérylène	0,000000000487	1,55E-13	0,000000000026	1,05E-15
20	Mercure	0,000001023	-	0,0000000289	-
Somme des risques cancérogènes		(lim. : 1,00E-05)	5,92E-10		1,13E-11
Somme des risques non cancérogènes		(lim. : 1,00)			
Système neurologique (1+10+20)		0,000984	-	0,0000197	-
Système hépatique (2+3+4+10)		0,0207	-	0,00045	-
Système rénal (7+8+10+11+19+20)		0,00121	-	0,000050	-
Système circulatoire (2+3+10)		0,0206	-	0,00045	-
Système respiratoire (1)		0,000983	-	0,0000197	-
Développement fœtal (1+20)		0,000984	-	-	-
Diminution du poids corporel (5+6+9+10)		0,000986	-	0,0000216	-

Dans le cadre du scénario « **Bureaux** », la durée de présence définie pour l'étude est de 31 ans (6 années « enfant » + 25 années « adulte »). Dans ce cas, les risques cancérogènes s'additionnent et conduisent aux résultats présentés dans le tableau suivant :

SCENARIO : BUREAUX		
CIBLES : ADULTES + ENFANTS		
9	Phénanthrène	1,61E-11
10	Fluoranthène	5,13E-12
11	Pyrène	3,29E-12
12	Benzo(a)anthracène	8,15E-11
13	Chrysène	4,68E-12
14	Benzo(b)fluoranthène	4,19E-10
15	Benzo(k)fluoranthène	6,56E-12
16	Benzo(a)pyrène	6,38E-11
17	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,06E-13
18	Dibenzo(a,h)anthracène	1,63E-12
19	Benzo(g,h,i)pérylène	1,56E-13
Somme des risques cancérogènes (lim. : 1,00E-05)		6,03E-10

Il ressort des tableaux précédents que pour l'usage futur « **Bureaux** » dans les conditions décrites au paragraphe 7.2.1, les risques cancérogènes (sans seuil d'exposition, enfants et cumulés « adultes + enfants ») et systémiques (non cancérogènes) sont **inférieurs aux limites acceptables respectivement de 1,00E-05 et de 1,00** (d'un facteur d'environ 1,7E03 pour les risques cancérogènes et 48 pour les risques non cancérogènes relatifs au système hépatique).

7.3.3. - Prise en compte et calculs des incertitudes

L'objectif de l'étape de l'évaluation des incertitudes a été de réaliser des simulations supplémentaires aboutissant à de nouvelles quantifications des risques en faisant varier différents paramètres ou en intégrant de nouveaux dans le modèle.

Les paramètres ainsi considérés **majorants par rapport à ceux pris en compte dans l'évaluation initiale**, cette dernière n'ayant pas mis en évidence de risques sanitaires inacceptables, sont listés dans le tableau suivant :

Incertitudes potentielles	Nature des incertitudes potentielles	Prise en compte dans la présente évaluation
• Toxicité des substances	Valeurs plus contraignantes pour les substances selon les données issues de la littérature scientifique existante	OUI Voir annexe 4.8
• Erreur analytique	Pourcentages d'erreur attribués par le laboratoire d'analyses lors de la détermination des teneurs en chaque substance	Incertitude non prise en compte car l'ordre de grandeur correspondant à la variation est inférieur à la marge nécessaire à l'atteinte d'un niveau de risque sanitaire inacceptable
• Volume respiratoire	Utilisation de volumes respiratoires plus élevés (également basés sur l'activité), issus d'une base de données allemande	OUI Voir annexe 4.8
• Budget espace-temps	Prise en compte d'une durée d'exposition plus importante	
• Carbone Organique Total (COT)	Prise en compte de la valeur minimale de COT mesurée	

L'ensemble des résultats des calculs de l'étude des incertitudes est présenté en annexe 4.8. Un tableau synthétique est également proposé en annexe 4.9.

Cette évaluation a mis en évidence que **les risques sanitaires non cancérogènes et cancérogènes initialement reconnus comme acceptables demeurent inférieurs aux limites acceptables respectivement de 1,00 et 1,00E-05** pour l'ensemble des scénarii considérés, lors de la prise en compte d'hypothèses ou de paramètres majorants.

8. - Conclusions et recommandations

Dans le cadre d'un projet de réaménagement comprenant la création de bureaux, d'une crèche et d'une déchetterie et suite à la cession du site par RTE France à la Ville de Buc, la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC a mandaté notre société HPC Envirotec pour la réalisation d'un plan de gestion et d'une Analyse des Risques sanitaires Résiduels du **terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)**.

Celle-ci a été réalisée en référence à la Circulaire du 08 février 2007 relative à l'implantation d'établissements sensibles sur des sols pollués et conformément à la norme NFX 31-620 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution) » de l'AFNOR (juin 2011) ainsi qu'à la méthodologie définie dans les circulaires du Ministère chargé de l'Environnement du 08 février 2007, dans le guide « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » - Version 0, février 2007 du Ministère chargé de l'Environnement et dans le guide « Qualité - EDR » de l'Union Professionnelle des entreprises de Dépollution de Sites (UPDS) de septembre 2000.

8.1. - Conclusion relative à l'implantation de la future crèche

Conformément aux attentes de la COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC, une étude des possibilités d'implantation de la future crèche a été réalisée. Sur la base des résultats du diagnostic antérieur et en considérant la mise en place d'une déchetterie en partie Sud, il ressort que l'implantation en partie Nord-Est (zone Est de la partie Nord) apparaît comme la plus judicieuse (d'un point de vue sanitaire). L'Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR) basée sur un scénario de type « crèche » dont les conclusions sont présentées au paragraphe 8.3 a permis d'aboutir à des **niveaux de risques sanitaires cancérogènes et non cancérogènes inférieurs aux limites acceptables respectivement de 1,00E-05 et de 1,00** (au regard de la Circulaire du 08 février 2007) y compris dans le cadre de l'étude des incertitudes.

8.2. - Conclusion du Plan de Gestion

Le plan de gestion a été réalisé conformément à la Méthodologie Nationale de Gestion des Sites Pollués définie notamment dans le cadre des prescriptions de la Circulaire Ministérielle du 08 février 2007 relative aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués.

Il constitue une étude préalable à la réhabilitation et/ou l'aménagement d'un site ayant pour objectif de définir des solutions de gestion en envisageant :

- en premier lieu l'élimination de l'ensemble des sources de pollution identifiées lors du diagnostic,
- l'adéquation a minima entre l'état du sous-sol et des objectifs sanitaires (compatibilité avec les usages envisagés pour le site et/ou avec ceux constatés dans la zone d'influence) et environnementaux (minimisation des impacts sur l'environnement), préalablement définis au regard du contexte de l'étude,
- d'éventuelles contraintes sur l'aménagement futur du site.

Au regard de ces éléments, les options suivantes sont envisageables :

- Option n°2 : Retrait des sources de pollution concentrées (zone ZT), évacuation hors site en centre de traitement agréé (biocentre - sous réserve d'acceptation du centre) et gestion des remblais de mauvaise qualité présents en partie Nord-Ouest via leur réutilisation sur site pour le remblayage de la partie Sud (au droit de la future déchetterie),
- Option n° 4 : Retrait des sources de pollution concentrées (zone ZT).

Ces options devront être associées à la mise en œuvre d'un recouvrement du site par du bâti, de l'enrobé, du béton ou 30 cm de matériaux sains au droit des espaces verts (associée à la garantie de celui-ci dans le temps - restriction d'usage des sols) ainsi qu'à la mise en place d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable vis-à-vis des matériaux présents (lit de sablon et/ou canalisations en acier/fonte).

8.3. - Conclusion de l'Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR)

Cette étude a été basée sur trois scénarii d'exposition définis au regard de l'aménagement proposé par la COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION VERSAILLES GRAND PARC définissant les usages de type « Déchetterie », « Crèche » et « Bureaux ». Dans le cadre de la présente étude et au regard des substances présentes, il a été considéré la mise en œuvre, a minima, de l'option de gestion n°4 correspondant au retrait des principales sources de pollution (zone ZT) complétée du recouvrement du site par du bâti, de l'enrobé, du béton ou 30 cm de matériaux sains, de la mise en place d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable et de la garantie de l'absence de jardin potager ou d'arbre fruitier. Par ailleurs, il a été considéré l'aménagement suivant considéré comme le plus pertinent (d'un point de vue sanitaire) :

- une déchetterie en partie Sud,
- une crèche en partie Nord-Est,
- des bureaux au droit du reste du site (partie Nord).

Réalisée sur la base des concentrations maximales mesurées dans les sols au droit de l'ensemble du site en distinguant les zones présentées ci-dessus et les hypothèses décrites dans le paragraphe précédent, elle a permis d'aboutir à des **niveaux de risques sanitaires cancérogènes et non cancérogènes inférieurs aux limites acceptables respectivement de 1,00E-05 et de 1,00** (au regard de la Circulaire du 08 février 2007).

L'étude des incertitudes a permis de mettre en évidence que **les risques sanitaires non cancérogènes et cancérogènes initialement reconnus comme acceptables demeurent inférieurs aux limites acceptables respectivement de 1,00 et 1,00E-05** pour l'ensemble des scénarii considérés, lors de la prise en compte d'hypothèses ou de paramètres majorants.

8.4. - Recommandations

Au regard des résultats de la présente étude, il est recommandé :

- en cas de **travaux en sous-sol** au droit des zones reconnues impactées,
 - l'application des mesures d'hygiène et de sécurité adaptées pour la protection des travailleurs (port d'équipements de protection individuelle adaptés),
 - le tri et l'acheminement hors site les matériaux extraits vers des exutoires adaptés en fonction de la nature et du degré de leur contamination (après obtention des certificats d'acceptations préalables - CAP) conformément au cadre défini dans le présent plan de gestion.
- la mise en place de **restrictions d'usage**, au droit du site, **conformément au présent Plan de Gestion** afin de :
 - garantir la pérennité du recouvrement de l'ensemble du site (absence de contact direct des usagers futurs avec les sols en place),
 - interdire le remaniement des sols (remise en surface de matériaux enfouis ou toute atteinte au recouvrement de surface),
 - garantir la mise en place d'une isolation des futures canalisations d'alimentation en eau potable vis-à-vis des matériaux en place (lit de sablon et/ou canalisations en acier/fonte),
 - interdire tout usage plus sensible (notamment jardins potagers ou arbres fruitiers) non étudiés dans le cadre de l'ARR,
 - conserver en mémoire la situation environnementale du site,
- en cas de mise en évidence de nouvelle(s) source(s) de pollution non identifiée(s) à ce jour (notamment lors des travaux d'aménagement), la réalisation d'investigations complémentaires visant à dimensionner l'impact et à assurer une gestion appropriée des matériaux concernés,
- la mise en œuvre d'un **monitoring de la qualité de l'air du sol** pendant et à l'issue des travaux afin de s'assurer l'absence de relargage éventuel dans ce milieu.

En outre, dans le cas d'un changement d'usage ultérieur (notamment pour un usage plus sensible) ou d'une modification de la configuration d'aménagement, une nouvelle Analyse des Risques sanitaires Résiduels devra être réalisée associée à la mise en œuvre des éventuelles mesures correctives et/ou conservatoires en découlant.

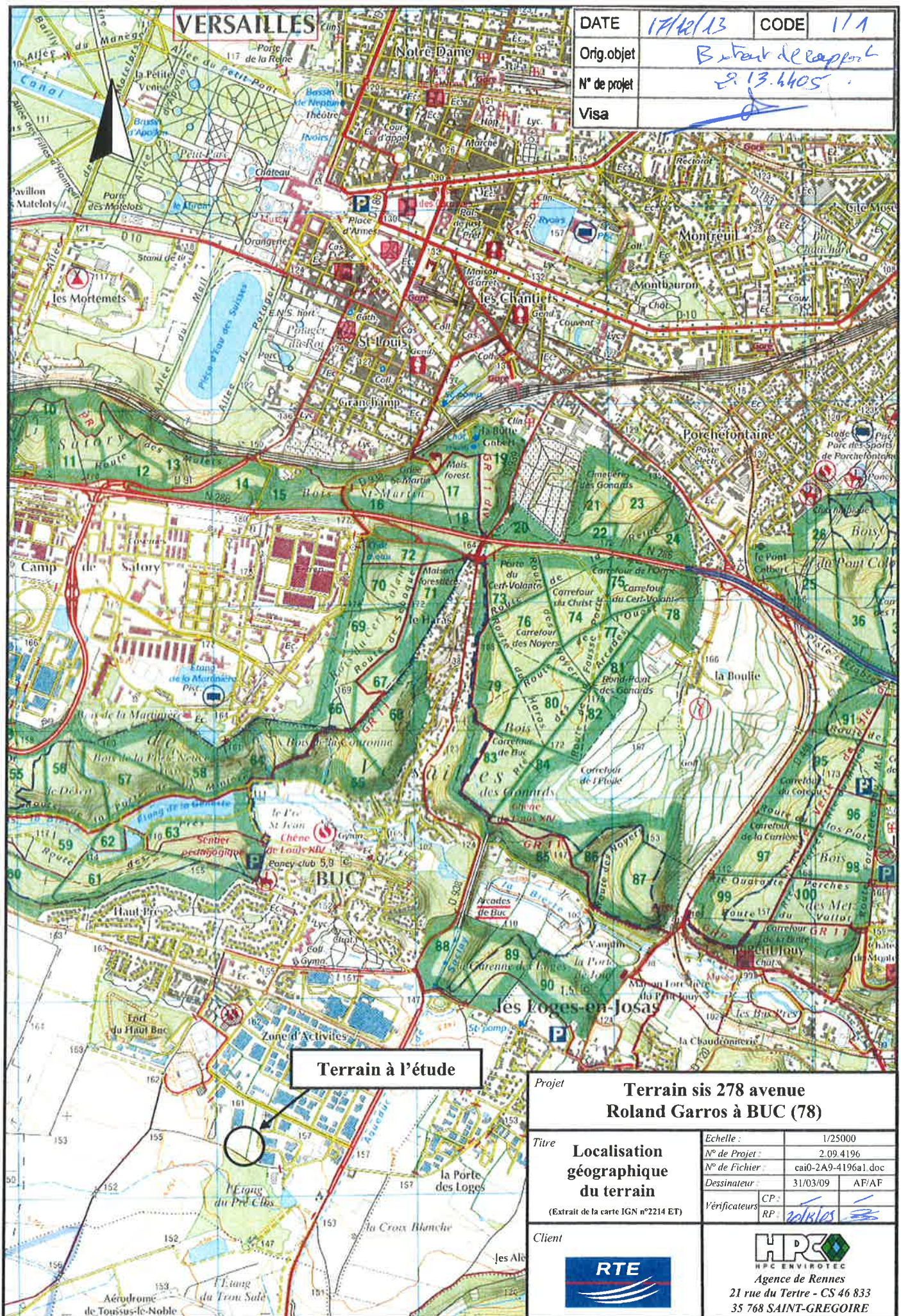
ANNEXE 1

PRESENTATION DU SITE

ANNEXE 1.1

Localisation géographique du site (extrait du rapport

HPC-F 2A/2.09.4196 a du 06 mai 2009)



DATE	17/10/13	CODE	1/1
Orig. objet	B. état de rapport		
N° de projet	2.13.4405		
Visa			

Terrain à l'étude

Projet

Terrain sis 278 avenue
Roland Garros à BUC (78)

Titre

Localisation
géographique
du terrain

(Extrait de la carte IGN n°2214 ET)

Echelle :	1/25000
N° de Projet :	2.09.4196
N° de Fichier :	cai0-2A9-4196a1.doc
Dessinateur :	31/03/09 AF/AF
Vérificateurs :	CP : RP : <i>[Signature]</i>

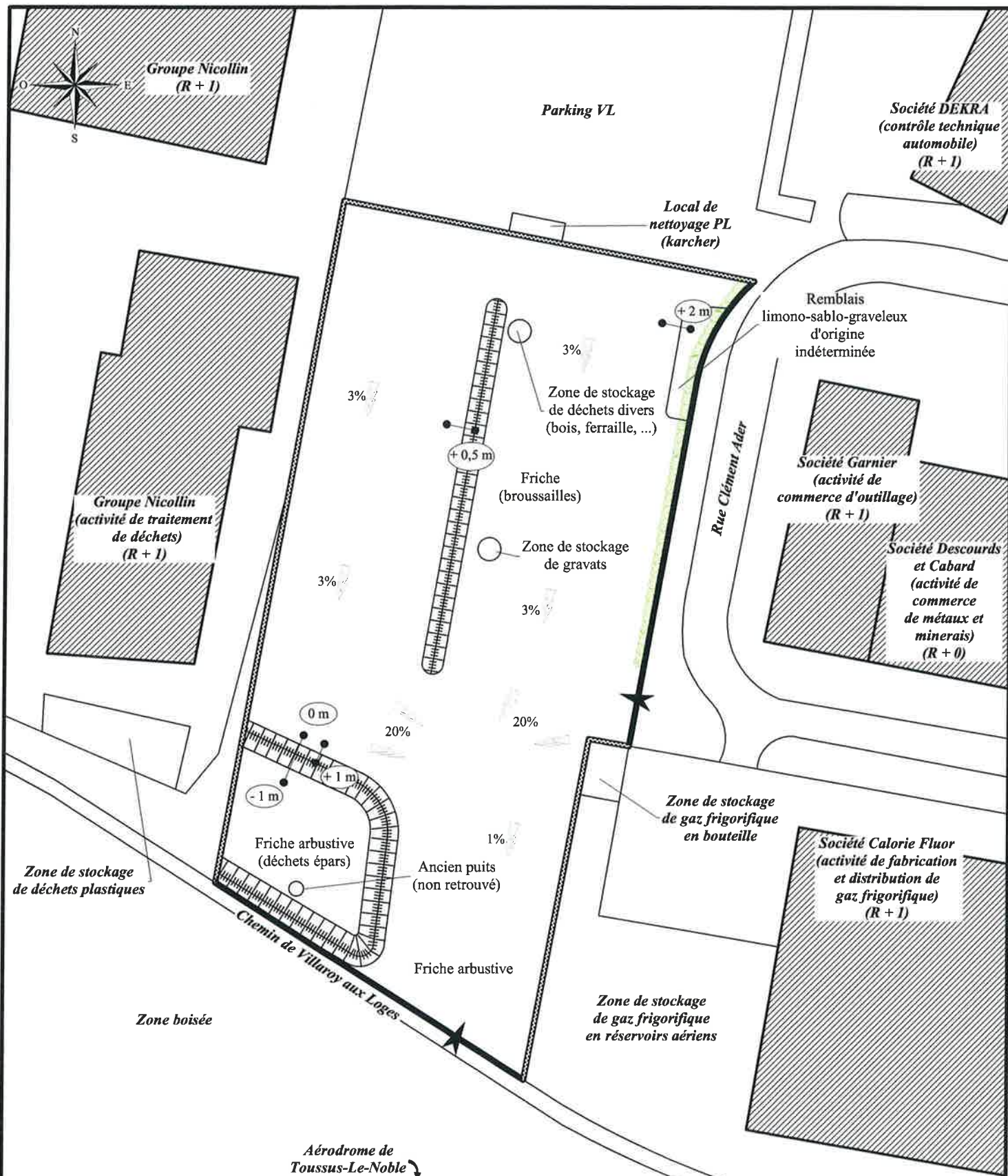
Client



Agence de Rennes
21 rue du Tertre - CS 46 833
35 768 SAINT-GREGOIRE

ANNEXE 1.2

Plan de masse du site (septembre 2013)



- Limite actuelle du terrain
- Bâtiment
- Clôture grillagée
- Surface découverte
- Dénivelé
- Entrée/sortie du terrain

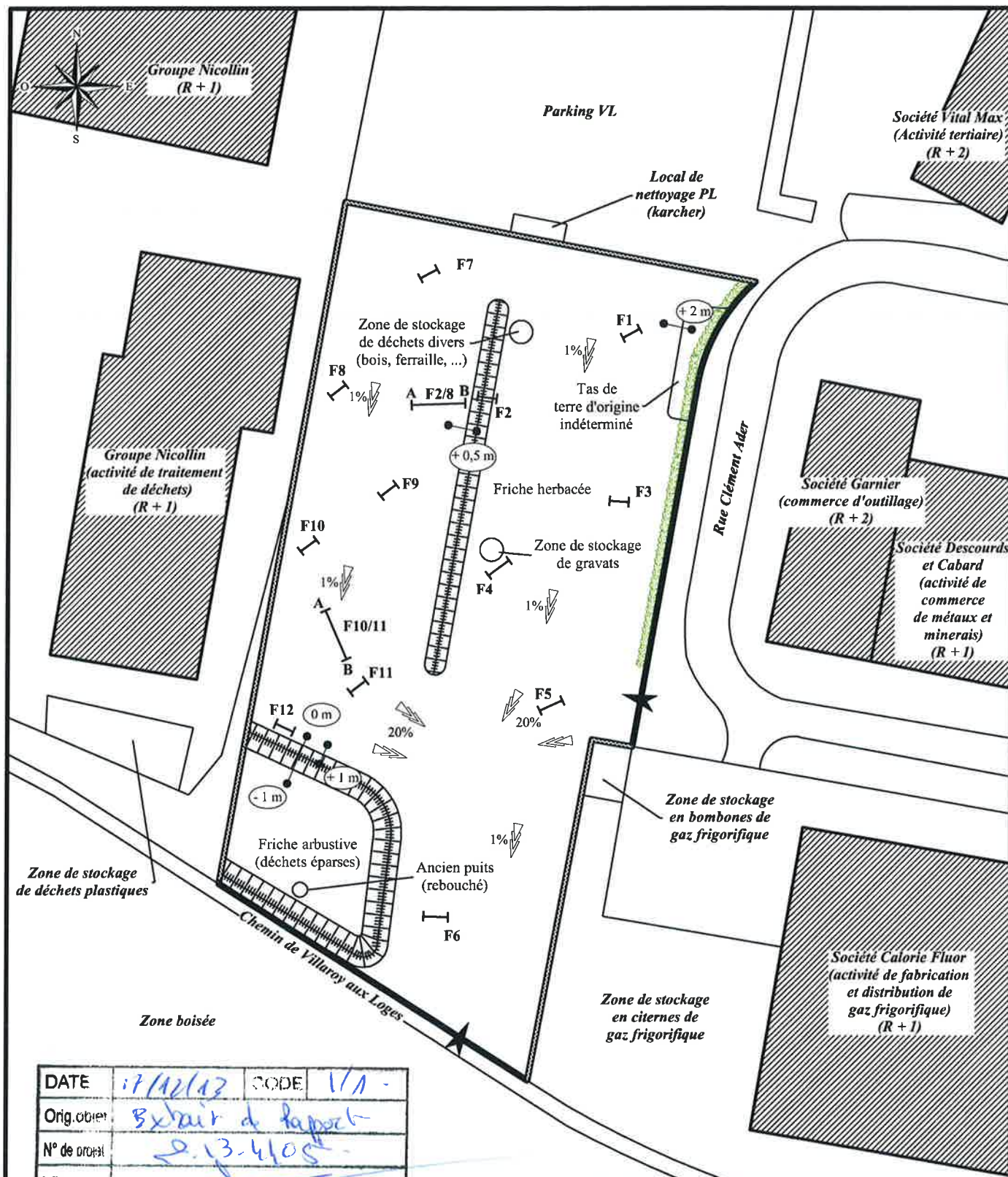
Projet Terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)		
Titre Plan de masse du terrain (septembre 2013)	Echelle :	0 10 m
	N° de Projet :	2.13.4405
	N° de Fichier :	plm0-4A13-4405a0.dwg
	Dessinateur :	17/12/13 MG/MG
	Vérificateurs	CP : RP :
Client 		 HPC ENVIROTEC 1 rue Pierre Marzin Noyal-Châtillon sur Seiche CS 83001 - 35230 SAINT-ERBLON

ANNEXE 2

DETERMINATION DE L'ETAT DU SOUS-SOL (EXTRAITS DU RAPPORT HPC-F 2A/2.09.4196 a DU 06 MAI 2009)

ANNEXE 2.1

Plan de localisation des investigations antérieures



DATE	17/12/13	CODE	1/1 -
Orig. objet	Extrait de rapport		
N° de projet	2.13.4105		
Visa			

Fi (F1 à F12, F2/8 et F10/11) : Fouilles à la pelle mécanique

	Limite actuelle du site
	Bâtiment
	Clôture grillagée
	Surface découverte
	Dénivelé
	Entrée/sortie du site

Projet
RTE France
Terrain sis 278 avenue Roland Garros à BUC (78)

Titre Plan de localisation des investigations	Echelle :	0 10 m
	N° de Projet :	2.09.4196
	N° de Fichier :	pl00-2A9-4196a1.dwg
	Dessinateur :	23/04/09 MG/TL
	Vérificateurs	CP : RP :

Client 	 HPC ENVIROTEC Agence de Rennes 21 rue du Tertre - CS 46833 35 768 SAINT-GREGOIRE
------------	---

ANNEXE 2.2

Coupes des fouilles de reconnaissance (5 pages)

LEGENDE DES COUPES DES FOUILLES

➤ Constats organoleptiques :

- Odeur de nature indéterminée (HAP et/ou matières organiques en décompositions (?)) :

⇨ : Intensité légère


⇨ : Intensité moyenne

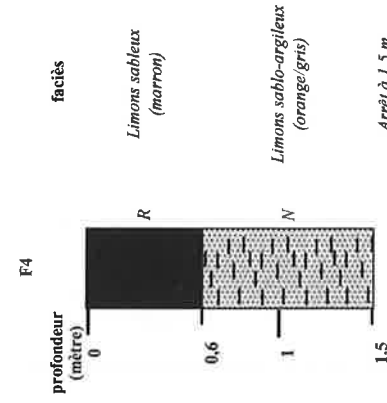
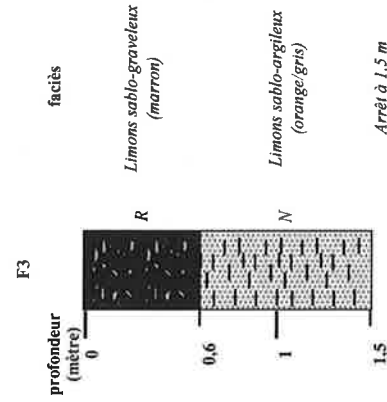
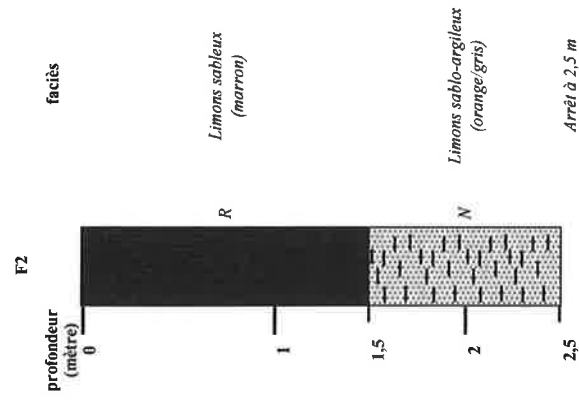
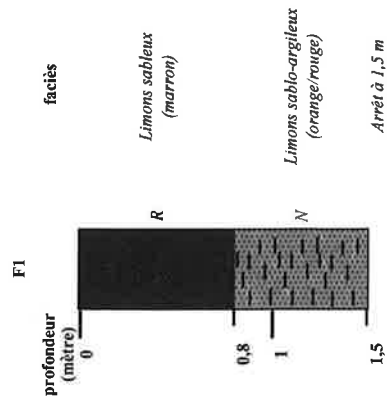
➡ : Intensité forte

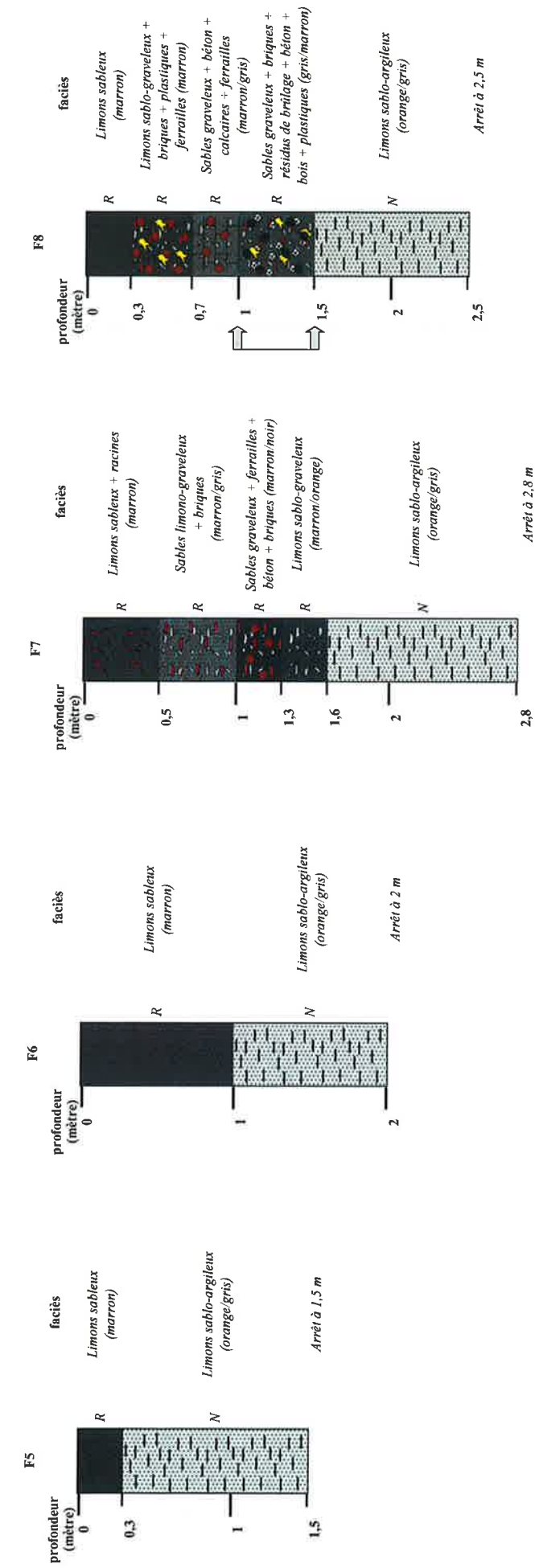
➤ Nature des terrains :

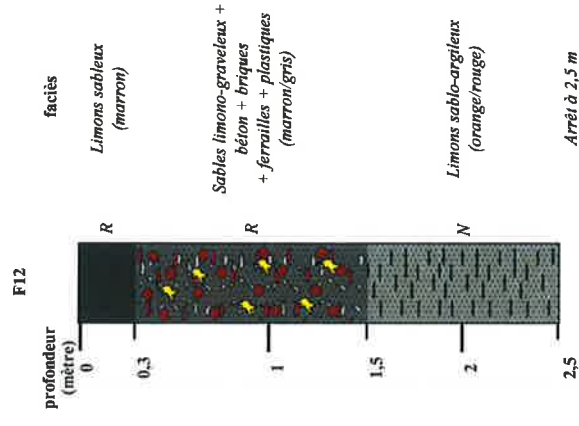
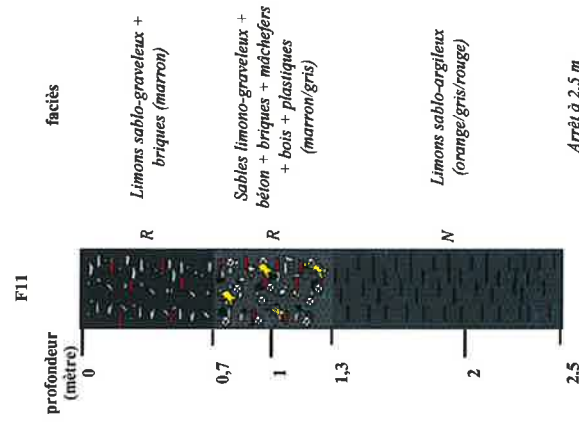
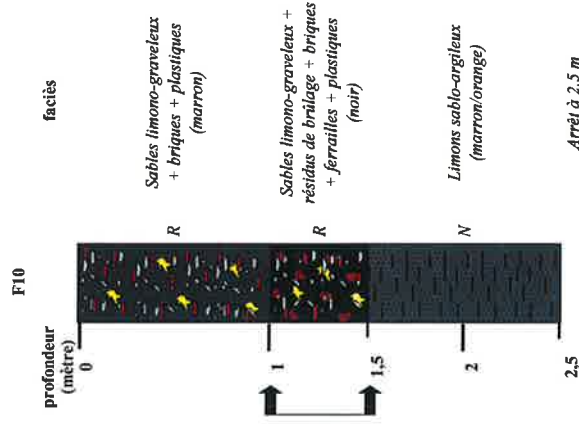
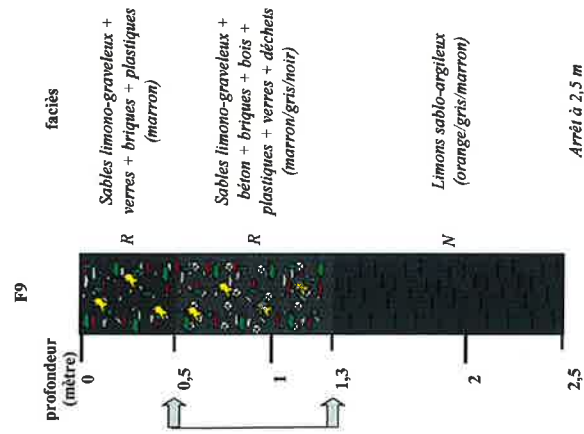
R : Formation de remblais

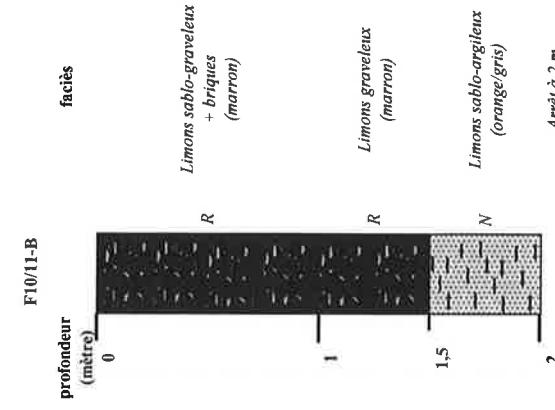
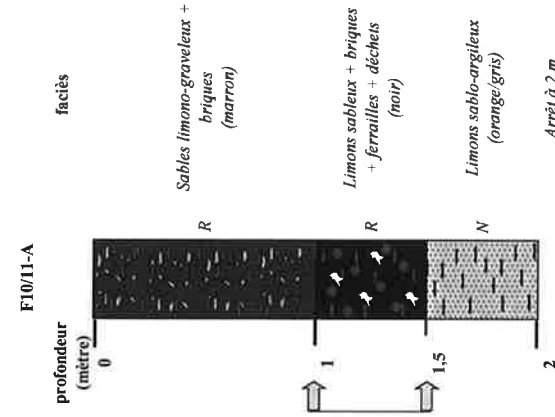
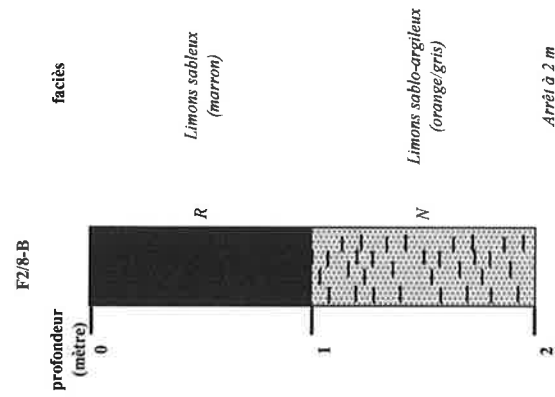
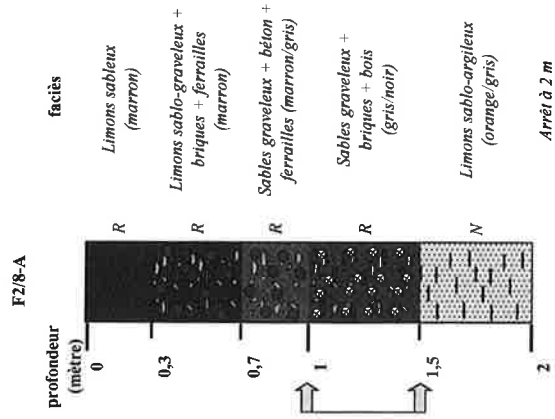
N : Terrain naturel en place

DATE	17/12/15	CODE	115
Orig. objet	Extrait de rapport		
N° de projet	2.13.4405		
Visa			









ANNEXE 2.3

Synthèse des résultats d'analyses et des mesures in situ (8 pages)

Synthèse des résultats d'analyse des échantillons de sols et de remblais en comparaison des valeurs guides considérées

LEGENDE DES TABLEAUX DE SYNTHESE

(*) : Nature : R = Remblais / N = Terrain Naturel

Justification : CO = Constat Organoleptique / ZV = Zone Visée (ou Zone à Risques)

(**) : na = non analysé

(***) : pvl = pas de valeur limite

DATE	17/12/13	CODE	118
Orig. objet	Botuits de rapport		
N° de projet	13-4405		
Visa			

LEGENDE DES VALEURS DE COMPARAISON CONSIDEREES (1/2)

➤ Hydrocarbures C₅-C₁₀ et C₁₀-C₄₀ (mg/kg) :

- (a) : Concentration maximale admissible générique (sols superficiels - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008) - mélange de type diesel
- (b) : Concentration maximale admissible générique (sols profonds - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008) - mélange de type diesel
- (c) : Valeur limite pour l'admission de déchets inertes en CSD de classe 3 - Arrêté du 15 mars 2006 (annexe II.2)

➤ Eléments Traces Métalliques (ETM) (mg/kg) :

- (a) : Concentration maximale admissible générique (sols superficiels - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (b) : Concentration maximale admissible générique (sols profonds - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (d) : Concentration maximale admissible générique (sols superficiels - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites miniers (HPC Envirotec - 2008)
- (e) : Concentration maximale admissible générique (sols profonds - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites miniers (HPC Envirotec - 2008)
- (f) : Borne supérieure de la « Gamme de valeurs couramment observées dans les sols « ordinaires » de toutes granulométries » - INRA-ASPITET, 1997
- (g) : Valeurs issues de la note CIRE IdF du 03 juillet 2006 - « Proposition d'un référentiel pour le choix des Eléments Traces Métalliques présents dans les sols franciliens à prendre en compte lors d'une évaluation détaillée des risques santé »

➤ Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) (mg/kg) :

- (a) : Concentration maximale admissible générique (sols superficiels - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (b) : Concentration maximale admissible générique (sols profonds - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (c) : Valeur limite pour l'admission de déchets inertes en CSD de classe 3 - Arrêté du 15 mars 2006 (annexe II.2)
- Absence de valeur de comparaison

➤ Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques (BTEX) (mg/kg) :

- (a) : Concentration maximale admissible générique (sols superficiels - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (b) : Concentration maximale admissible générique (sols profonds - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (c) : Valeur limite pour l'admission de déchets inertes en CSD de classe 3 - Arrêté du 15 mars 2006 (annexe II.2)
- Absence de valeur de comparaison

LEGENDE DES VALEURS DE COMPARAISON CONSIDEREES (2/2)**➤ Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV) et autres solvants (mg/kg) :**

- (a) : Concentration maximale admissible générique (sols superficiels - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (b) : Concentration maximale admissible générique (sols profonds - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- Absence de valeur de comparaison

➤ PolyChloroBiphényles (PCB) (mg/kg) :

- (a) : Concentration maximale admissible générique (sols superficiels - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (b) : Concentration maximale admissible générique (sols profonds - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (c) : Valeur limite pour l'admission de déchets inertes en CSD de classe 3 - Arrêté du 15 mars 2006 (annexe II.2)
- (l) : Mélange Arochlor = (PCB28 + PCB 52 + PCB101 + PCB138 + PCB 153 + PCB180)*5 comparé aux valeurs guides de l'Arochlor 1254 (mélange le plus toxique)
- Absence de valeur de comparaison

➤ Dioxines (PCDD) et Furanes (PCDF) (ng/kg) :

- (a) : Concentration maximale admissible générique (sols superficiels - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- (b) : Concentration maximale admissible générique (sols profonds - usage commercial) établie à partir d'une EQR-S (Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires) générique pour des sites multipolluants (HPC Envirotec - 2008)
- Absence de valeur de comparaison

➤ Carbone Organique Total (COT) (mg/kg) :

- (c) : Valeur limite pour l'admission de déchets inertes en CSD de classe 3 - Arrêté du 15 mars 2006 (annexe II.2)

Echantillons (1/3)	F1	F4	F6	F7		F8		F9		F10		F12	F2/8 B	F10/11 B	Valeurs de comparaison (voir légende en page ‘a’)			
Profondeur (m)	0,0-0,8	0,0-0,6	0,0-1,0	0,5-1,0	1,0-1,3	0,7-1,0	1,0-1,5	0,0-0,5	0,5-1,3	0,0-1,0	1,0-1,5	0,3-1,5	0,0-1,0	1,0-1,5				
Nature / Justification ^(*)	R/ZV		R/-	R/CO										R/ZV				R/CO
HYDROCARBURES C ₁₀ -C ₄₀ (mg/kg)																		
HC (C ₁₀ -C ₄₀)	< 50	< 50	< 50	- ^(**)	570	130	910	- ^(**)	230	- ^(**)	4 300	160	77	< 50	8 330 ^(a)	pvl ^(b) ^(***)	500 ^(c)	
HYDROCARBURES C ₅ -C ₁₀ (mg/kg)																		
HC (C ₅ -C ₁₀)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	< 5	- ^(**)	770	< 5	< 5	< 5	34 ^(a)	400 ^(b)	-	
ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES (mg/kg)																		
Arsenic (As)	23	35	21	4,4	13	6,2	14	7,1	10	9,9	7,2	7,3	17	29	25 ^(a)	pvl ^(b) ^(***)	25 ^(f)	
Plomb (Pb)	85	120	100	110	62	140	86	80	82	120	110	67	97	85	160 ^(a)	pvl ^(b) ^(***)	53,7 ^(g)	
Cadmium (Cd)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	< 0,2	0,5	18	0,4	0,7	< 0,2	51 ^(d)	pvl ^(e) ^(***)	0,51 ^(g)	
Chrome (Cr)	46	66	42	14	26	16	30	18	33	23	20	16	41	57	65 ^(d)	pvl ^(e) ^(***)	65,2 ^(g)	
Cuivre (Cu)	20	22	66	10	13	14	63	36	26	26	24	10	310	18	1 285 ^(a)	pvl ^(b) ^(***)	28 ^(g)	
Nickel (Ni)	18	21	19	6	13	7,4	11	13	11	14	11	10	17	16	380 ^(a)	pvl ^(b) ^(***)	31,2 ^(g)	
Mercure (Hg)	0,2	0,33	0,28	0,28	0,13	0,09	0,14	0,3	0,26	0,22	0,38	0,06	0,29	0,32	10 ^(a)	pvl ^(b) ^(***)	0,32 ^(g)	
Zinc (Zn)	66	80	110	200	84	420	160	180	190	300	260	150	260	85	24 400 ^(d)	pvl ^(e) ^(***)	88 ^(g)	
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (mg/kg)																		
Naphtalène	- ^(**)	< 0,05	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	1,1	< 0,1	- ^(**)	- ^(**)	3 ^(a)	8 ^(b)	-	
Acénaphtylène		< 0,05									< 0,2	< 0,1			-	-	-	
Acénaphthène		< 0,05									1,5	< 0,1			-	-	-	
Fluorène		< 0,05									1,7	< 0,1			-	-	-	
Phénanthrène		< 0,05									0,15	0,13			-	-	-	
Anthracène		< 0,05									< 0,05	< 0,1			-	-	-	
Fluoranthène		0,12									0,55	1,1			0,33	-	-	-
Benzo(a)anthracène		0,07									0,35	0,56			0,2	-	-	-
Chrysène		0,1									0,46	0,81			0,26	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène		0,12									0,59	0,81			0,39	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène		0,06									0,25	0,36			0,13	-	-	-
Benzo(a)pyrène		< 0,05									0,28	0,44			0,23	0,4 ^(a)	380 ^(b)	-
Dibenzo(a,h)anthracène		< 0,05									0,06	< 0,2			< 0,1	-	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène		< 0,05									0,22	0,32			0,17	-	-	-
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène		< 0,05									0,18	0,27			0,13	-	-	-
Pyrène		0,1									0,45	0,91			0,3	-	-	-
Somme des HAP (16)	- ^(**)	0,57	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	3,5	- ^(**)	12	2,3	- ^(**)	- ^(**)	-	-	50 ^(c)	

Echantillons (2/3)	F1	F4	F6	F7		F8		F9		F10		F12	F2/8 B	F10/11 B	Valeurs de comparaison		
Profondeur (m)	0,0-0,8	0,0-0,6	0,0-1,0	0,5-1,0	1,0-1,3	0,7-1,0	1,0-1,5	0,0-0,5	0,5-1,3	0,0-1,0	1,0-1,5	0,3-1,5	0,0-1,0	1,0-1,5			
Nature / Justification ^(*)	R/ZV		R/-	R/CO										R/ZV			
HYDROCARBURES AROMATIQUES MONOCYCLIQUES (mg/kg)																	
Benzène	- ^(**)	< 0,01	- ^(**)	- ^(**)	< 0,01	- ^(**)	< 0,01	- ^(**)	< 0,01	- ^(**)	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,08 ^(a)	0,38 ^(b)	-
Toluène		< 0,05			< 0,05		0,11		< 0,05		0,22	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-	-	-
Ethylbenzène		< 0,05			< 0,05		0,07		< 0,05		1,2	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-	-	-
Xylènes totaux		< 0,1			< 0,1		0,12		0,07		5	0,07	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Cumène		< 0,1			< 0,1		< 0,1		< 0,1		1,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Styrène		< 0,1			< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Mésitylène		< 0,1			< 0,1		< 0,1		< 0,1		6,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
1,2,3-Triméthylbenzène		< 0,1			< 0,1		< 0,1		< 0,1		11	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
1,2,4-Triméthylbenzène		< 0,1			< 0,1		< 0,1		< 0,1		12	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
Somme des BTEX (4)	- ^(**)	< 0,21	- ^(**)	- ^(**)	< 0,21	- ^(**)	0,3	- ^(**)	0,07	- ^(**)	6,44	0,07	< 0,21	< 0,21	-	-	6 ^(c)
COMPOSÉS ORGANO-HALOGÉNÉS VOLATILS (mg/kg)																	
Chlorure de Vinyle	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	< 0,02	- ^(**)	< 0,02	- ^(**)	< 0,02	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	0,02 ^(a)	0,05 ^(b)	-
Dichlorométhane							< 0,2		< 0,2		< 0,2				-	-	-
1,2-Dichloroéthane							< 0,1		< 0,1		< 0,1				-	-	-
1,2-Dichloroéthylène, cis							< 0,1		< 0,1		< 0,1				-	-	-
1,2-Dichloroéthylène, trans							< 0,1		< 0,1		< 0,1				-	-	-
Trichlorométhane							< 0,02		< 0,02		< 0,02				0,02 ^(a)	0,07 ^(b)	-
1,1,1-Trichloroéthane							< 0,1		< 0,1		< 0,1				-	-	-
Trichloroéthylène							< 0,02		< 0,02		< 0,02				0,18 ^(a)	0,08 ^(b)	-
Tétrachlorométhane							< 0,02		< 0,02		< 0,02				-	-	-
Tétrachloroéthylène							< 0,02		< 0,02		< 0,02				-	-	-
AUTRES SOLVANTS (mg/kg)																	
n-Propylbenzène	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	< 0,1	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	3,3	- ^(**)	- ^(**)	- ^(**)	-	-	-
o-Ethyltoluène							< 0,1				7,8				-	-	-
m,p-Ethyltoluène							< 0,1				12				-	-	-
Trichlorofluorométhane							0,5				1,1				-	-	-
1,1,2-Trichlorotrifluoroéthane							< 0,1				< 0,1				-	-	-
Acétate de butyle							< 1				< 1				-	-	-
Acétate d'éthyle							< 5				< 5				-	-	-
Acétone							< 5				< 5				-	-	-
Chlorobenzène							< 0,1				< 0,1				27 ^(a)	93 ^(b)	-
Méthyl éthyl cétone							< 5				< 5				-	-	-
Méthyl isobutyl cétone							< 5				< 5				-	-	-
n-Décane							1				22				-	-	-
n-Hexane							< 0,5				< 0,5				-	-	-
Nonane							< 0,5				17				-	-	-
n-Undécane							< 1				24				-	-	-
Octane							< 0,5				3,3				-	-	-
Tétrahydrofurane							< 5				< 5				-	-	-

Echantillons (3/3)	F1	F4	F6	F7		F8		F9		F10		F12	F2/8 B	F10/11 B	Valeurs de comparaison		
Profondeur (m)	0,0-0,8	0,0-0,6	0,0-1,0	0,5-1,0	1,0-1,3	0,7-1,0	1,0-1,5	0,0-0,5	0,5-1,3	0,0-1,0	1,0-1,5	0,3-1,5	0,0-1,0	1,0-1,5			
Nature / Justification (*)	R/ZV		R/-	R/CO										R/ZV			
POLYCHLOROBIPHÉNYLES (mg/kg)																	
PCB 28	- (**)	< 0,001	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	< 0,001	- (**)	< 0,001	< 0,03	- (**)	- (**)	-	-	-
PCB 52		0,003							0,006		0,024	< 0,03			-	-	-
PCB 101		0,004							0,034		0,072	< 0,03			-	-	-
PCB 118		0,002							0,012		0,027	< 0,03			-	-	-
PCB 138		0,007							0,068		0,15	< 0,03			-	-	-
PCB 153		0,005							0,087		0,18	< 0,03			-	-	-
PCB 180		0,004							0,069		0,16	< 0,03			-	-	-
Somme des PCB (7)	- (**)	0,025	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	0,276	- (**)	0,613	< 0,21	- (**)	- (**)	-	-	1,0 ^(c)
Mélange Arochlor ⁽¹⁾	- (**)	0,25	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	1,32	- (**)	2,93	< 0,9	- (**)	- (**)	0,9 ^(a)	pvl ^(b) (***)	-
DIOXINES ET FURANES (ng/kg)																	
2,3,7,8-Tetra CDD	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	< 1	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	-	-	-
1,2,3,7,8-Penta CDD									< 1						-	-	-
1,2,3,4,7,8-Hexa CDD									< 1						-	-	-
1,2,3,6,7,8-Hexa CDD									3						-	-	-
1,2,3,7,8,9-Hexa CDD									2						-	-	-
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDD									78						-	-	-
Octa CDD									620						-	-	-
2,3,7,8-Tetra CDF									13						-	-	-
1,2,3,7,8-Penta CDF									3						-	-	-
2,3,4,7,8-Penta CDF									13						-	-	-
1,2,3,4,7,8-Hexa CDF									6						-	-	-
1,2,3,6,7,8-Hexa CDF									3						-	-	-
1,2,3,7,8,9-Hexa CDF									< 1						-	-	-
2,3,4,6,7,8-Hexa CDF									3						-	-	-
1,2,3,4,6,7,8-Hepta CDF									15						-	-	-
1,2,3,4,7,8,9-Hepta CDF									< 3						-	-	-
Octa CDF									24						-	-	-
Somme des PCDD, PCDF (17)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	780	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	30 ^(a)	1 300 ^(b)	-
CARBONE ORGANIQUE TOTAL (mg/kg)																	
COT	- (**)	24 000	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	- (**)	22 000	- (**)	- (**)	12 000	- (**)	- (**)	-	-	30 000 ^(c)

6/8

Synthèse des résultats d'analyse des éluats obtenus à l'issue d'essais de lixiviation (norme X30 402-2) en comparaison des valeurs limites considérées (L/S = 10 l/kg)

Echantillons	F4	F9	F12	Valeurs de comparaison (mg/kg sauf pH)			
Profondeur (m)	0,0-0,6	0,5-1,3	0,3-1,5				
Nature / Justification (*)	ZV	ZV/R					
pH	7,34	7,66	7,7	-	-	-	-
COT	230	73	56	500 ^{(a) (b)}		800 ^(c)	1 000 ^(d)
Fraction Soluble	< 2 000	24 100	20 900	4 000 ^{(a) (b)}		60 000 ^(c)	100 000 ^(d)
Chlorures	13	150	< 10	-	800 ^(b)	15 000 ^(c)	25 000 ^(d)
Fluorures	3,5	3,2	2,7	10 ^{(a) (b)}		150 ^(c)	500 ^(d)
Sulfates	23	16 000	13 000	-	1 000 ^(b)	20 000 ^(c)	50 000 ^(d)
Indice Phénols	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1 ^{(a) (b)}		-	-
Antimoine	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06 ^{(a) (b)}		0,7 ^(c)	5 ^(d)
Arsenic	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,5 ^{(a) (b)}		2 ^(c)	25 ^(d)
Baryum	0,33	0,55	0,54	20 ^{(a) (b)}		100 ^(c)	300 ^(d)
Plomb	0,11	< 0,05	< 0,05	0,5 ^{(a) (b)}		10 ^(c)	50 ^(d)
Cadmium	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,04 ^{(a) (b)}		1 ^(c)	5 ^(d)
Chrome total	0,077	< 0,05	< 0,05	0,5 ^{(a) (b)}		10 ^(c)	70 ^(d)
Cuivre	0,11	< 0,05	< 0,05	2 ^{(a) (b)}		50 ^(c)	100 ^(d)
Molybdène	< 0,05	0,067	< 0,05	0,5 ^{(a) (b)}		10 ^(c)	30 ^(d)
Nickel	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,4 ^{(a) (b)}		10 ^(c)	40 ^(d)
Mercure	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,01 ^{(a) (b)}		0,2 ^(c)	2 ^(d)
Sélénium	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,1 ^{(a) (b)}		0,5 ^(c)	7 ^(d)
Zinc	< 0,3	< 0,3	< 0,3	4 ^{(a) (b)}		50 ^(c)	200 ^(d)

^(a) : Valeur limite pour l'admission de déchets inertes en CSD de classe 3 - Arrêté du 15 mars 2006 (annexe II,2)

^(b) : Décision du Conseil de l'Union Européenne n°2003/33/CE : valeur limite pour l'admission en CSD de classe 3 (déchets inertes)

^(c) : Décision du Conseil de l'Union Européenne n°2003/33/CE : valeur limite pour l'admission en CSD de classe 2 (déchets non dangereux)

^(d) : Décision du Conseil de l'Union Européenne n°2003/33/CE : valeur limite pour l'admission en CSD de classe 1 (déchets dangereux)

Synthèse des résultats des dosages in situ et des analyses au laboratoire d'air du sol en comparaison des Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP) françaises

⇒ Résultats des dosages in situ :

Sondages		F1	F2	F3	F4	F5	F6	VLEP ^(b)	
Profondeur		- 1,0 m						VME mg/m ³	VLCT mg/m ³
Dosages colorimétriques (mg/m ³)	n-octane	< 47,7	< 47,7	< 47,7	< 47,7	< 47,7	< 47,7	1 450	-
	Benzène	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	3,25	-
	Toluène	< 188	< 188	< 188	< 188	< 188	< 188	192	384
	Xylènes	< 44	< 44	< 44	< 44	< 44	< 44	221	442

Sondages		F7	F8	F9	F10	F11	F12	VLEP ^(b)	
Profondeur		- 1,0 m						VME mg/m ³	VLCT mg/m ³
Dosages colorimétriques (mg/m ³)	n-octane	< 47,7	< 47,7	< 47,7	< 47,7	< 47,7	< 47,7	1 450	-
	Benzène	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	< 2,6	3,25	-
	Toluène	< 188	< 188	< 188	< 188	< 188	< 188	192	384
	Xylènes	< 44	< 44	< 44	< 44	< 44	< 44	221	442

(a) : Conversions [ppmV → mg/m³ d'air] : n-octane = 4,77 / benzène = 3,26 / toluène = 3,84 / xylènes = 4,44

(a) : VLEP indicative éditée dans le guide « Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle aux agents chimiques en France » (INRS - édition décembre 2007)

⇒ Résultats d'analyses d'air du sol:

Echantillons (1/2)		AF8	VLEP ^(a)	
Profondeur		- 1,0 m	VME mg/m ³	VLCT mg/m ³
Analyses au laboratoire (mg/m ³)	HC C ₅ -C ₁₂	< 0,067	1 000	1 500
	Benzène	< 0,0067	3,25	-
	Toluène	< 0,02	192	384
	Ethylbenzène	< 0,0067	88,4	442
	Xylènes	< 0,0134	221	442

(a) : VLEP indicative éditée dans le guide « Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle aux agents chimiques en France » (INRS - édition décembre 2007)

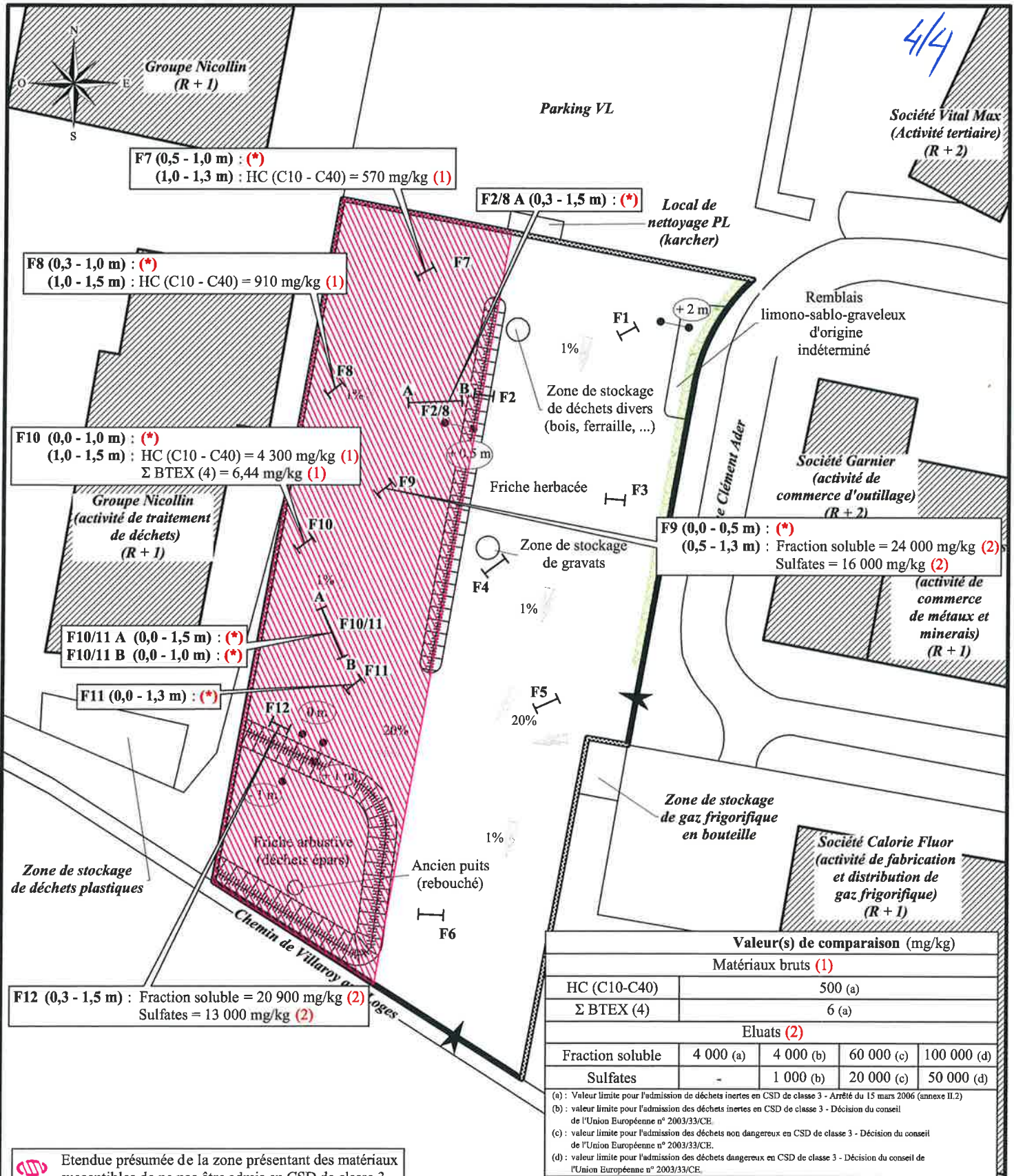
Echantillons (2/2)		AF8	VLEP ^(a)	
Analyses	Profondeur	- 1,0 m	VME mg/m ³	VLCT mg/m ³
Analyses au laboratoire (mg/m ³)	Styrène	< 0,02	215	-
	Mésitylène	< 0,067	100	250
	Cumène	< 0,013	100	250
	Dichlorométhane	< 0,013	180	350
	1,2-Dichloroéthylène, trans	< 0,033	-	-
	1,2-Dichloroéthylène, cis	< 0,02	-	-
	1,1,1-Trichloroéthane	< 0,013	555	1 110
	Tétrachlorométhane	< 0,013	12	60
	Trichlorométhane	< 0,013	10	250
	Trichloroéthylène	< 0,013	405	1 080
	Tétrachloroéthylène	< 0,013	335	-
	1,2-Dichloroéthane	< 0,013	40	-
	Chlorure de vinyle	< 0,033	2,59	-
	N-propylbenzène	< 0,013	-	-
	1,2,3-Triméthylbenzène	< 0,2	100	250
	1,2,4-Triméthylbenzène	< 0,067	100	250
	2-Butanone	< 0,067	600	900
	4-Méthyl-2-Pentanone	< 0,067	83	208
	Acétates de butyle	< 0,067	710	940
	Acétate d'éthyle	< 0,067	1 400	-
	Acétone	< 0,067	1 210	-
	Chlorobenzène	< 0,013	23	70
	n-Nonane	< 0,013	1 050	-
	n-Octane	< 0,013	1 450	-
	Tétrahydrofurane	< 0,067	150	300
	n-Décane	< 0,033	-	-
	n-Hexane	< 0,033	72	-
	n-Undécane	< 0,067	-	-
	o-Ethyltoluène	< 0,033	-	-
	m,p-Ethyltoluène	< 0,02	-	-

^(a) : VLEP indicative éditée dans le guide « Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle aux agents chimiques en France » (INRS - édition décembre 2007)

ANNEXE 2.4

Cartographies des résultats (4 cartes)

HPC
HPC ENVIROTEC
Agence de Rennes
21 rue du Tertre - CS 46833
35 768 SAINT-GREGOIRE



Etendue présumée de la zone présentant des matériaux susceptibles de ne pas être admis en CSD de classe 3

(*) : Matériaux susceptibles de ne pas être admis en CSD de classe 3

Fi (F1 à F12, F2/8 et F10/11) : Fouilles à la pelle mécanique

- Limite actuelle du terrain
- Bâtiment
- Clôture grillagée
- Surface découverte
- Dénivelé
- Entrée/sortie du terrain

Projet

Terrain

sis 278 avenue Roland Garros à BUC (78)

Titre	Echelle :		0 10 m
	N° de Projet :		2.09.4196
	N° de Fichier :		plc0-2A9-4196a1.dwg
	Dessinateur :		04/05/09 MG/MG
	Vérificateurs		CP : RP :

Client



HPC
HPC ENVIROTEC
Agence de Rennes
21 rue du Tertre - CS 46833
35 768 SAINT-GREGOIRE

ANNEXE 3
PLAN DE GESTION

ANNEXE 3.1

Plan prévisionnel de localisation de la zone à traiter

Fi (F1 à F12, F2/8 et F10/11) : Fouilles à la pelle mécanique - HPC Envirotec (avril 2009)

ZT : Zone d'excavation (profondeur)

Parking VL

Société DEKRA
(contrôle technique
automobile)
(R + 1)

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Remblais
limono-sablo-graveleux
d'origine
indéterminée

Société Garnier
(activité de
commerce d'outillage)
(R + 1)

Société Descourds
et Cabard
(activité de
commerce
de métaux et
minerais)
(R + 0)

Société Calorie Fluor
(activité de fabrication
et distribution de
gaz frigorifique)
(R + 1)

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en bouteille

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en réservoirs aériens

Aérodrome de
Toussus-Le-Noble

Projet

**Terrain localisé 278 avenue Roland Garros
à BUC (78)**

Titre

**Plan prévisionnel
de localisation
de la zone à traiter**

Echelle :

0 10 m

N° de Projet :

2.13.4405

N° de Fichier :

plz10-4A13-4405a0.dwg

Dessinateur :

17/12/13 MG/MG

Vérificateurs

CP : 01/12/13
RP : 22/12/13

Client



1 rue Pierre Marzin
Noyal-Châtillon sur Seiche
CS 83001 - 35230 SAINT-ERBLON

- Limite actuelle du terrain
- Bâtiment
- Clôture grillagée
- Surface découverte
- Dénivelé
- Entrée/sortie du terrain

Zone de stockage
de déchets plastiques

Zone boisée

Friche arbustive
(déchets épars)

Ancien puits
(non retrouvé)

Friche arbustive

F5
20%

Zone de stockage
de gravats

Friche
(broussailles)

Zone de stockage
de déchets divers
(bois, ferraille, ...)

Rue Clément Ader

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Parking VL

Fi (F1 à F12, F2/8 et F10/11) : Fouilles à la pelle mécanique - HPC Envirotec (avril 2009)

ZT : Zone d'excavation (profondeur)

Parking VL

Société DEKRA
(contrôle technique
automobile)
(R + 1)

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Remblais
limono-sablo-graveleux
d'origine
indéterminée

Société Garnier
(activité de
commerce d'outillage)
(R + 1)

Société Descourds
et Cabard
(activité de
commerce
de métaux et
minerais)
(R + 0)

Société Calorie Fluor
(activité de fabrication
et distribution de
gaz frigorifique)
(R + 1)

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en bouteille

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en réservoirs aériens

Aérodrome de
Toussus-Le-Noble

Projet

**Terrain localisé 278 avenue Roland Garros
à BUC (78)**

Titre

**Plan prévisionnel
de localisation
de la zone à traiter**

Echelle :

0 10 m

N° de Projet :

2.13.4405

N° de Fichier :

plz10-4A13-4405a0.dwg

Dessinateur :

17/12/13 MG/MG

Vérificateurs

CP : 01/12/13
RP : 22/12/13

Client



1 rue Pierre Marzin
Noyal-Châtillon sur Seiche
CS 83001 - 35230 SAINT-ERBLON

- Limite actuelle du terrain
- Bâtiment
- Clôture grillagée
- Surface découverte
- Dénivelé
- Entrée/sortie du terrain

Zone de stockage
de déchets plastiques

Zone boisée

Friche arbustive
(déchets épars)

Ancien puits
(non retrouvé)

Friche arbustive

F5
20%

Zone de stockage
de gravats

Friche
(broussailles)

Zone de stockage
de déchets divers
(bois, ferraille, ...)

Rue Clément Ader

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Parking VL

Fi (F1 à F12, F2/8 et F10/11) : Fouilles à la pelle mécanique - HPC Envirotec (avril 2009)

ZT : Zone d'excavation (profondeur)

Parking VL

Société DEKRA
(contrôle technique
automobile)
(R + 1)

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Remblais
limono-sablo-graveleux
d'origine
indéterminée

Société Garnier
(activité de
commerce d'outillage)
(R + 1)

Société Descourds
et Cabard
(activité de
commerce
de métaux et
minerais)
(R + 0)

Société Calorie Fluor
(activité de fabrication
et distribution de
gaz frigorifique)
(R + 1)

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en bouteille

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en réservoirs aériens

Aérodrome de
Toussus-Le-Noble

Projet

**Terrain localisé 278 avenue Roland Garros
à BUC (78)**

Titre

**Plan prévisionnel
de localisation
de la zone à traiter**

Echelle :

0 10 m

N° de Projet :

2.13.4405

N° de Fichier :

plz10-4A13-4405a0.dwg

Dessinateur :

17/12/13 MG/MG

Vérificateurs

CP : 01/12/13
RP : 22/12/13

Client



1 rue Pierre Marzin
Noyal-Châtillon sur Seiche
CS 83001 - 35230 SAINT-ERBLON

- Limite actuelle du terrain
- Bâtiment
- Clôture grillagée
- Surface découverte
- Dénivelé
- Entrée/sortie du terrain

Zone de stockage
de déchets plastiques

Zone boisée

Friche arbustive
(déchets épars)

Ancien puits
(non retrouvé)

Friche arbustive

F5
20%

Zone de stockage
de gravats

Friche
(broussailles)

Zone de stockage
de déchets divers
(bois, ferraille, ...)

Rue Clément Ader

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Parking VL

Fi (F1 à F12, F2/8 et F10/11) : Fouilles à la pelle mécanique - HPC Envirotec (avril 2009)

ZT : Zone d'excavation (profondeur)

Parking VL

Société DEKRA
(contrôle technique
automobile)
(R + 1)

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Remblais
limono-sablo-graveleux
d'origine
indéterminée

Société Garnier
(activité de
commerce d'outillage)
(R + 1)

Société Descourds
et Cabard
(activité de
commerce
de métaux et
minerais)
(R + 0)

Société Calorie Fluor
(activité de fabrication
et distribution de
gaz frigorifique)
(R + 1)

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en bouteille

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en réservoirs aériens

Aérodrome de
Toussus-Le-Noble

Projet

**Terrain localisé 278 avenue Roland Garros
à BUC (78)**

Titre

**Plan prévisionnel
de localisation
de la zone à traiter**

Echelle :

0 10 m

N° de Projet :

2.13.4405

N° de Fichier :

plz10-4A13-4405a0.dwg

Dessinateur :

17/12/13 MG/MG

Vérificateurs

CP : 01/12/13
RP : 22/12/13

Client



1 rue Pierre Marzin
Noyal-Châtillon sur Seiche
CS 83001 - 35230 SAINT-ERBLON

- Limite actuelle du terrain
- Bâtiment
- Clôture grillagée
- Surface découverte
- Dénivelé
- Entrée/sortie du terrain

Zone de stockage
de déchets plastiques

Zone boisée

Friche arbustive
(déchets épars)

Ancien puits
(non retrouvé)

Friche arbustive

F5
20%

Zone de stockage
de gravats

Friche
(broussailles)

Zone de stockage
de déchets divers
(bois, ferraille, ...)

Rue Clément Ader

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Parking VL

Fi (F1 à F12, F2/8 et F10/11) : Fouilles à la pelle mécanique - HPC Envirotec (avril 2009)

ZT : Zone d'excavation (profondeur)

Parking VL

Société DEKRA
(contrôle technique
automobile)
(R + 1)

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Remblais
limono-sablo-graveleux
d'origine
indéterminée

Société Garnier
(activité de
commerce d'outillage)
(R + 1)

Société Descourds
et Cabard
(activité de
commerce
de métaux et
minerais)
(R + 0)

Société Calorie Fluor
(activité de fabrication
et distribution de
gaz frigorifique)
(R + 1)

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en bouteille

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en réservoirs aériens

Aérodrome de
Toussus-Le-Noble

Projet

**Terrain localisé 278 avenue Roland Garros
à BUC (78)**

Titre

**Plan prévisionnel
de localisation
de la zone à traiter**

Echelle :

0 10 m

N° de Projet :

2.13.4405

N° de Fichier :

plz10-4A13-4405a0.dwg

Dessinateur :

17/12/13 MG/MG

Vérificateurs

CP : 01/12/13
RP : 22/12/13

Client



1 rue Pierre Marzin
Noyal-Châtillon sur Seiche
CS 83001 - 35230 SAINT-ERBLON

- Limite actuelle du terrain
- Bâtiment
- Clôture grillagée
- Surface découverte
- Dénivelé
- Entrée/sortie du terrain

Zone de stockage
de déchets plastiques

Zone boisée

Friche arbustive
(déchets épars)

Ancien puits
(non retrouvé)

Friche arbustive

F5
20%

Zone de stockage
de gravats

Friche
(broussailles)

Zone de stockage
de déchets divers
(bois, ferraille, ...)

Rue Clément Ader

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Parking VL

Fi (F1 à F12, F2/8 et F10/11) : Fouilles à la pelle mécanique - HPC Envirotec (avril 2009)

ZT : Zone d'excavation (profondeur)

Parking VL

Société DEKRA
(contrôle technique
automobile)
(R + 1)

Local de
nettoyage PL
(karcher)

Remblais
limono-sablo-graveleux
d'origine
indéterminée

Société Garnier
(activité de
commerce d'outillage)
(R + 1)

Société Descourds
et Cabard
(activité de
commerce
de métaux et
minerais)
(R + 0)

Société Calorie Fluor
(activité de fabrication
et distribution de
gaz frigorifique)
(R + 1)

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en bouteille

Zone de stockage
de gaz frigorifique
en réservoirs aériens

Aérodrome de
Toussus-Le-Noble

Projet

**Terrain localisé 278 avenue Roland Garros
à BUC (78)**

Titre

**Plan prévisionnel
de localisation
de la zone à traiter**

Echelle :

0 10 m

N° de Projet :

2.13.4405

ANNEXE 3.2

Tableaux d'estimation des coûts (8 pages)

RAPPEL DES ELEMENTS DU PROJET

Adresse du site	Terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)
Usage futur envisagé	Déchetterie / Crèche / Bureaux

OPTION n° 1 : Retrait complet des sources (HC C₅-C₄₀, BTEX, HAP des PCB, des Composés Organiques Volatils et/ou des dioxines/furanes) et évacuation en centre(s) de traitement agréé(s)

- Densité de 1,8 kg/m³ considérée pour les sols
- Eléments de zonage pris en compte :

[illegible]

TRAITEMENT PAR EXCAVATION ET GESTION EX-SITU DES MATERIAUX EN CENTRES AGREES
SYNTHESE DE CHIFFRAGE ESTIMATIF (Page 2/2)

CHIFFRAGE				
Poste	Unité	P.U. HT	Qté (arrondie)	P.Tot. HT
Préparation et installation de chantier				
Démarches préalables	Ft	10 000 €	1	10 000 €
Mobilisation et démobilisation de chantier	Ft	10 000 €	1	10 000 €
Terrassements et gestion des matériaux				
Terrassement en déblai avec tri des matériaux	m ³	5 €	15 000	75 000 €
Transport et traitement en centres agréés				
Transport et traitement en ISD-I	tonne	20 €	10 700	214 000 €
Transport et traitement en ISD-ND	tonne	90 €	13 400	1 206 000 €
Transport et traitement en ISD-D	tonne	120 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en biocentre	tonne	85 €	2 700	229 500 €
Transport et traitement en centre de désorption thermique	tonne	120 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en centre d'incinération	tonne	160 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en centre d'incinération spéciale	tonne	600 €	Sans obj.	-
Remise en état				
Reprise des matériaux non impactés et remblaiement - compactage	m ³	5 €	0	0 €
Fourniture de matériaux d'apport extérieur et mise en place - compactage	m ³	35 €	15 000	525 000 €
Restitution				
Rapport final de traitement	Ft	5 000 €	1	5 000 €
Maîtrise d'œuvre				
Maîtrise d'œuvre de l'opération	Ft	100 000 €	1	100 000 €
TOTAL (€ HT)			Environ 2 400 000 €	

DOCUMENTS ASSOCIES

- Rapport HPC Envirotec référence HPC-F 4A/2.13.4405 a

RAPPEL DES ELEMENTS DU PROJET

PRINCIPE DE GESTION APPLIQUE AU SCENARIO CHIFFRE

HYPOTHESES PRISES EN COMPTE

- [illegible]

TRAITEMENT PAR EXCAVATION ET GESTION EX-SITU DES MATERIAUX EN CENTRES AGREES
SYNTHESE DE CHIFFRAGE ESTIMATIF (Page 2/2)

CHIFFRAGE				
Poste	Unité	P.U. HT	Qté (arrondie)	P.Tot. HT
Préparation et installation de chantier				
Démarches préalables	Ft	5 000 €	1	5 000 €
Mobilisation et démobilisation de chantier	Ft	5 000 €	1	5 000 €
Terrassements et gestion des matériaux				
Terrassement en déblai avec tri des matériaux	m ³	5 €	5 700	28 500 €
Transport et traitement en centres agréés				
Transport et traitement en ISD-I	tonne	20 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en ISD-ND	tonne	90 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en ISD-D	tonne	120 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en biocentre	tonne	85 €	760	64 600 €
Transport et traitement en centre de désorption thermique	tonne	120 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en centre d'incinération	tonne	160 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en centre d'incinération spéciale	tonne	600 €	Sans obj.	-
Remise en état				
Reprise des matériaux non impactés au droit de ZT et remblayage de la partie Sud (au droit de la future déchetterie)	m ³	5 €	850	4 250 €
Remblayage de la partie Sud du site par les matériaux excavés en partie Nord-Ouest (au droit de la future déchetterie)	m ³	5 €	3 555	17 775 €
Restitution				
Rapport final de traitement	Ft	3 000 €	1	3 000 €
Maîtrise d'œuvre				
Maîtrise d'œuvre de l'opération	Ft	15 000 €	1	15 000 €
TOTAL (€ HT)			Environ	140 000 €

DOCUMENTS ASSOCIES	
- Rapport HPC Envirotec référence HPC-F 4A/2.13.4405 a	

RAPPEL DES ELEMENTS DU PROJET

Adresse du site	Terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)
Usage futur envisagé	Déchetterie / Crèche / Bureaux

OPTION n° 3 : Retrait des sources concentrées (zone ZT) et gestion des remblais de mauvaise qualité via leur retrait et leur évacuation en centre(s) de traitement agréé(s)

- Densité de $1,8 \text{ kg/m}^3$ considérée pour les sols
- Eléments de zonage pris en compte :

Document associé au rapport HPC-F 4A/2.13.4405 a - Version 0

TRAITEMENT PAR EXCAVATION ET GESTION EX-SITU DES MATERIAUX EN CENTRES AGREES
SYNTHESE DE CHIFFRAGE ESTIMATIF (Page 2/2)

CHIFFRAGE				
Poste	Unité	P.U. HT	Qté (arrondie)	P.Tot. HT
Préparation et installation de chantier				
Démarches préalables	Ft	5 000 €	1	5 000 €
Mobilisation et démobilitation de chantier	Ft	5 000 €	1	5 000 €
Terrassements et gestion des matériaux				
Terrassement en déblai avec tri des matériaux	m ³	5 €	5 700	28 500 €
Transport et traitement en centres agréés				
Transport et traitement en ISD-I	tonne	20 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en ISD-ND	tonne	90 €	6 600	594 000 €
Transport et traitement en ISD-D	tonne	120 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en biocentre	tonne	85 €	2 000	170 000 €
Transport et traitement en centre de désorption thermique	tonne	120 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en centre d'incinération	tonne	160 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en centre d'incinération spéciale	tonne	600 €	Sans obj.	-
Remise en état				
Reprise des matériaux non impactés et remblaiement - compactage	m ³	5 €	0	0 €
Fourniture de matériaux d'apport extérieur et mise en place - compactage	m ³	35 €	4 800	168 000 €
Restitution				
Rapport final de traitement	Ft	5 000 €	1	5 000 €
Maîtrise d'œuvre				
Maîtrise d'œuvre de l'opération	Ft	100 000 €	1	100 000 €
TOTAL (€ HT)			Environ 1 100 000 €	

DOCUMENTS ASSOCIES	
- Rapport HPC Envirotec référence HPC-F 4A/2.13.4405 a	

RAPPEL DES ELEMENTS DU PROJET

PRINCIPE DE GESTION APPLIQUE AU SCENARIO CHIFFRE

HYPOTHESES PRISES EN COMPTE

[illegible]

TRAITEMENT PAR EXCAVATION ET GESTION EX-SITU DES MATERIAUX EN CENTRES AGREES
SYNTHESE DE CHIFFRAGE ESTIMATIF (Page 2/2)

CHIFFRAGE				
Poste	Unité	P.U. HT	Qté (arrondie)	P.Tot. HT
Préparation et installation de chantier				
Démarches préalables	Ft	5 000 €	1	5 000 €
Mobilisation et démobilisation de chantier	Ft	5 000 €	1	5 000 €
Terrassements et gestion des matériaux				
Terrassement en déblai avec tri des matériaux	m ³	5 €	1 300	6 500 €
Transport et traitement en centres agréés				
Transport et traitement en ISD-I	tonne	20 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en ISD-ND	tonne	90 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en ISD-D	tonne	120 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en biocentre	tonne	85 €	760	64 600 €
Transport et traitement en centre de désorption thermique	tonne	120 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en centre d'incinération	tonne	160 €	Sans obj.	-
Transport et traitement en centre d'incinération spéciale	tonne	600 €	Sans obj.	-
Remise en état				
Reprise des matériaux non impactés et remblaiement - compactage	m ³	5 €	0	0 €
Fourniture de matériaux d'apport extérieur et mise en place - compactage	m ³	35 €	420	14 700 €
Restitution				
Rapport final de traitement	Ft	5 000 €	1	5 000 €
Maîtrise d'œuvre				
Maîtrise d'œuvre de l'opération	Ft	10 000 €	1	10 000 €
TOTAL (€ HT)			Environ	110 000 €

DOCUMENTS ASSOCIES
- Rapport HPC Envirotec référence HPC-F 4A/2.13.4405 a

ANNEXE 4

ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES RESIDUELS (ARR)

ANNEXE 4.1

Présentation du modèle utilisé pour l'évaluation des expositions et la quantification des risques sanitaires

Description du modèle utilisé pour l'évaluation de l'exposition et la quantification des risques sanitaires

Le modèle utilisé pour les calculs est issu des modèles d'exposition suivants :

- HESP© version 2.1, dérivant lui-même du modèle néerlandais C-Soil développé par l'Institut de l'Environnement et de la Santé Publique Néerlandais (RIVM) pour le calcul des valeurs guides néerlandaises,
- RISC WorkBench© version 4.0 d'octobre 2001 développé par BP à partir du modèle du modèle américain RBCA (Risk-Based Corrective Action) développé par l'ASTM (American Society for Testing and Materials),

Ces modèles ont été convertis au format Microsoft Excel afin d'améliorer l'accessibilité à tous les paramètres et équations considérés (données spécifiques aux sites étudiés).

Le logiciel HESP© version 2.1. est spécifique de l'évaluation de l'exposition des individus due aux substances présentes dans les sols pollués. Dans la catégorie des « screening models », il repose à la fois sur des principes physico-chimiques et des équations de régression basées sur des études en laboratoire.

Le logiciel RISC WorkBench© version 4.0, spécifique de l'évaluation de l'exposition des individus due aux substances présentes dans les sols pollués, permet d'estimer les risques cancérogènes et non-cancérogènes liés à différentes voies d'exposition (similaires à celles prises en compte dans HESP, à l'exception des voies de contact avec l'eau de consommation issue des canalisations qui ne sont pas prises en compte dans RISC WORKBENCH©).

RISC WorkBench© permet de prendre en compte diverses sources de pollution présentes au sein des sols et notamment une source « eaux souterraines » et de considérer des zones saturées ou non.

Les équations des modèles ont été utilisées comme suit :

- équations de **Johnson et Ettinger** pour la diffusion des polluants vers **l'air ambiant intérieur** à partir d'une **source eaux souterraines**,
- équations de **HESP** pour la diffusion des polluants vers **l'air ambiant extérieur** à partir d'une **source sol**.

Pour les besoins des études, certaines équations et paramètres du modèle peuvent être remplacés par des valeurs issues de mesures sur site ou d'expérimentations réelles s'adaptant mieux aux spécificités du site (paramètres et équations décrits dans les deux annexes suivantes).

Ceci a été réalisé conformément aux recommandations du groupement de travail « Sites pollués - Santé Publique » du Ministère chargé de l'Environnement de 1999 à 2003.

ANNEXE 4.2

***Paramètres utilisés pour la modélisation
de l'exposition***

			Terrain localisé 278 avenue Roland Garros Déchetterie
SCENARIO			
Selon le scénario (jours de vacances, loi des 35H)	Nb de jours d'exposition par an - adulte	j/an	217
	Nb de jours d'exposition par an - enfant	j/an	52
Choix de la cible	Cible adulte	0/1	1
	Cible enfant	0/1	1
Données utilisées par INERIS ou groupe de travail du MEDD	Nombre d'années d'expo. enfant	enfant	6
	Nombre d'années d'expo. adulte	adulte	25
Choix des voies d'exposition	Inhalation de gaz	0/1	1
	Inhalation de poussières	0/1	0
	Inhalation de vapeur d'eau	0/1	0
	Ingestion d'eau	0/1	0
	Ingestion de légumes	0/1	0
	Ingestion de poissons	0/1	0
	Ingestion de viande	0/1	0
	Ingestion de sol	0/1	0
	Contact cutané sol	0/1	0
	Contact cutané poussières	0/1	0
	Contact cutané eau	0/1	0
DONNEES SITE			
selon le site	Longueur de la zone polluée	L (m)	65
selon le scénario	Fraction annuelle de l'été	été	0,5
selon le site	Température moyenne annuelle	T (°C)	11
PARAMETRES SOL			
Selon le site	Température du sol	Ts (°C)	10
Selon le site	pH du sol	pH (-)	7
Selon le site	Conductivité hydraulique	Kp (m/j)	1
Selon le site	Perméabilité intrinsèque du sol	Kv (cm²)	1,00E-08
Selon le site	Masse volumique du sol	MVs (kg/L)	1,63
Selon le site	Fraction de carbone organique	foc (-)	0,017
Selon le site	Porosité totale de la zone capillaire	θzc (-)	0,39
Selon le site	Porosité totale de la zone insaturée	θt (-)	0,39
Selon le site	Teneur en air du sol de la zone insaturée	TAs (-)	0,195
Selon le site	Teneur en eau du sol de la zone insaturée	TEs (-)	0,195
DONNEES ATMOSPHERIQUES			
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de la couche limite	Xa (m)	0,005
Modélisation J&E, HESP - source sol et VOLASOIL - source sol + eaux	Longueur de diffusion du polluant	Ld (m)	0,05
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de dispersion	H (m)	2
Veerkamp, 1994 (HESP)	Evaporation de l'eau du sol	Ev (m/j)	0,0001
Météo France	Hauteur de référence données météo	href (m)	10
Veerkamp, 1994 (HESP)	Constante de Karman	k (-)	0,4
Veerkamp, 1994 (HESP)	Rugosité de surface	sr (m)	1
Selon le site	Vitesse du vent à hauteur h	Vh (m/h)	12990
DONNEES HABITAT			
Modèles utilisés			J&E source infinie
Johnson et Ettinger (1991)	Fraction volumique de la phase air dans les fissures du béton	BVA (-)	0,195
Johnson et Ettinger (1991)	Fraction volumique de la phase liquide dans les fissures du béton	BVE (-)	0,195
Selon le site	Type de sous-sol	vs(vide sanitaire);ss(sous-sol);ps(plein sol)	ps
Johnson et Ettinger (1991)	Crack Ratio	Crack Ratio (-)	0,00038
Selon le projet d'aménagement	Épaisseur des fondations	eb (m)	0,1
Selon le projet d'aménagement	Épaisseur du béton surfaces extérieures	eb (m) ext	0,05
Johnson et Ettinger (1991)	Différence de pression entre le sol (ou sous-sol) et le premier niveau d'habitation	ΔP (g/cm.s²)	40
	Fraction de surface couverte par l'habitation	fh (-)	0,6
	Fraction de surface extérieure couverte par un enrobé	fe (-)	0
RISC WORKBENCH	Taux de ventilation	Ra (h)	0,504
Johnson et Ettinger (1991)	Qbuilding	Qbuilding (m³/h)	86,08
Johnson et Ettinger (1991)	Qbuilding	Qbuilding (cm³/s)	23912
Selon le site	Longueur bâtiment	Lh (m)	10
Selon le site	Largeur bâtiment	lh (m)	7
Selon le site	Hauteur bâtiment	Hh (m)	2,5
Johnson et Ettinger (1991)	Profondeur des fissures des fondations par rapport au sol	Zcrack (m)	0,15
Johnson et Ettinger (1991)	Hauteur de mélange (mixing height)	H (m)	2,44
DONNEES RECEPTEUR			
Adulte			
Tanguy, Zechnoun, Dor, mai-juin 2007	Poids adulte	Pa (kg)	69,5
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de respiration adulte	HRa (m)	1,5
ICRP 1994 (Commission Internationale de Protection Radiologique), CIBLEX 2003	Volume respiratoire	VR,a (m³/j)	32,3
Temps passés - moy journalière - adulte			
Selon le scénario	Heures à l'int,hiver,adulte	ti,a (h)	4
Selon le scénario	Heures à l'int,été,adulte	ti,a (h)	4
Selon le scénario	Heures à l'ext,hiver,adulte	te,a (h)	4
Selon le scénario	Heures à l'ext,été,adulte	te,a (h)	4
Enfant			
Tanguy, Zechnoun, Dor, mai-juin b2007	Poids enfant	Pe (kg)	14,6
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de respiration enfant	Hre (m)	1
ICRP 1994 (Commission Internationale de Protection Radiologique), CIBLEX 2003	Volume respiratoire	VR,e (m³/j)	10,1
Temps passés - moy journalière - enfant			
Selon le scénario	Heures à l'int,hiver,enfant	ti,e (h)	0,25
Selon le scénario	Heures à l'int,été,enfant	ti,e (h)	0,25
Selon le scénario	Heures à l'ext,hiver,enfant	te,e (h)	0,5
Selon le scénario	Heures à l'ext,été,enfant	te,e (h)	0,5
Taux d'absorption			
Veerkamp, 1994 (HESP)	Fraction absorbée par inhalation (par défaut)	fa,inh (-)	1

			Terrain localisé 278 avenue Roland Garros
SCENARIO			Crèche
Selon le scénario (jours de vacances, loi des 35H)	Nb de jours d'exposition par an - adulte	j/an	217
	Nb de jours d'exposition par an - enfant	j/an	217
Choix de la cible	Cible adulte	0/1	1
	Cible enfant	0/1	1
Données utilisées par INERIS ou groupe de travail du MEDD	Nombre d'années d'expo. enfant	enfant	3
	Nombre d'années d'expo. adulte	adulte	25
Choix des voies d'exposition	Inhalation de gaz	0/1	1
	Inhalation de poussières	0/1	0
	Inhalation de vapeur d'eau	0/1	0
	Ingestion d'eau	0/1	0
	Ingestion de légumes	0/1	0
	Ingestion de poissons	0/1	0
	Ingestion de viande	0/1	0
	Ingestion de sol	0/1	0
	Contact cutané sol	0/1	0
	Contact cutané poussières	0/1	0
	Contact cutané eau	0/1	0
DONNEES SITE			
selon le site	Longueur de la zone polluée	L (m)	65
selon le scénario	Fraction annuelle de l'été	été	0,5
selon le site	Température moyenne annuelle	T (°C)	11
PARAMETRES SOL			
Selon le site	Température du sol	Ts (°C)	10
Selon le site	pH du sol	pH (-)	7
Selon le site	Conductivité hydraulique	Kp (m/j)	1
Selon le site	Perméabilité intrinsèque du sol	Kv (cm²)	1,00E-08
Selon le site	Masse volumique du sol	MVs (kg/L)	1,63
Selon le site	Fraction de carbone organique	foc (-)	0,017
Selon le site	Porosité totale de la zone insaturée	θt (-)	0,39
Selon le site	Teneur en air du sol de la zone insaturée	TAs (-)	0,195
Selon le site	Teneur en eau du sol de la zone insaturée	TES (-)	0,195
DONNEES ATMOSPHERIQUES			
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de la couche limite	Xa (m)	0,005
Modélisation J&E, HESP - source sol et VOLASOIL - source sol + eaux	Longueur de diffusion du polluant	Ld (m)	0,05
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de dispersion	H (m)	2
Veerkamp, 1994 (HESP)	Evaporation de l'eau du sol	Ev (m/j)	0,0001
Météo France	Hauteur de référence données météo	href (m)	10
Veerkamp, 1994 (HESP)	Constante de Karman	k (-)	0,4
Veerkamp, 1994 (HESP)	Rugosité de surface	sr (m)	1
Selon le site	Vitesse du vent à hauteur h	Vh (m/h)	12990
DONNEES HABITAT			
	Modèles utilisés		J&E source infinie
Johnson et Ettinger (1991)	Fraction volumique de la phase air dans les fissures du béton	BVA (-)	0,195
Johnson et Ettinger (1991)	Fraction volumique de la phase liquide dans les fissures du béton	BVE (-)	0,195
Selon le site	Type de sous-sol	vs(vide sanitaire);ss(sous-sol);ps(plein sol)	ps
Johnson et Ettinger (1991)	Crack Ratio	Crack Ratio (-)	0,00038
Johnson et Ettinger (1991)	Flux volumique de gaz du sol pénétrant dans l'habitation	Qsoil (L/min)	def
Selon le projet d'aménagement	Épaisseur des fondations	eb (m)	0,1
Selon le projet d'aménagement	Épaisseur du béton surfaces extérieures	eb (m) ext	0,05
Johnson et Ettinger (1991)	Différence de pression entre le sol (ou sous-sol) et le premier niveau d'habitation	ΔP (g/cm.s²)	40
	Fraction de surface couverte par l'habitation	f _h (-)	0,6
	Fraction de surface extérieure couverte par un enrobé	f _e (-)	0
RISC WORKBENCH	Taux de ventilation	Ra (/h)	0,504
Johnson et Ettinger (1991)	Qbuilding	Qbuilding (m³/h)	129,12
Johnson et Ettinger (1991)	Qbuilding	Qbuilding (cm³/s)	35868
Selon le site	Longueur bâtiment	Lh (m)	15
Selon le site	Largeur bâtiment	lh (m)	7
Selon le site	Hauteur bâtiment	Hh (m)	2,5
Johnson et Ettinger (1991)	Profondeur des fissures des fondations par rapport au sol	Zcrack (m)	0,15
Johnson et Ettinger (1991)	Hauteur de mélange (mixing height)	H (m)	2,44
DONNEES RECEPTEUR			
Adulte			
Tanguy, Zechoun, Dor, mai-juin 2007	Poids adulte	Pa (kg)	69,5
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de respiration adulte	HRa (m)	1,5
ICRP 1994 (Commission Internationale de Protection Radiologique), CIBLEX 2003	Volume respiratoire	VR,a (m³/j)	25,7
Temps passés - moy journalière - adulte			
Selon le scénario	Heures à l'int.hiver,adulte	ti,a (h)	7
Selon le scénario	Heures à l'int.été,adulte	ti,e (h)	7
Selon le scénario	Heures à l'ext.hiver,adulte	te,a (h)	1
Selon le scénario	Heures à l'ext.été,adulte	te,e (h)	1
Enfant			
Tanguy, Zechoun, Dor, mai-juin b2007	Poids enfant	Pe (kg)	14,6
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de respiration enfant	Hre (m)	1
ICRP 1994 (Commission Internationale de Protection Radiologique), CIBLEX 2003	Volume respiratoire	VR,e (m³/j)	10,1
Temps passés - moy journalière - enfant			
Selon le scénario	Heures à l'int.hiver,enfant	ti,e (h)	9
Selon le scénario	Heures à l'int.été,enfant	ti,e (h)	9
Selon le scénario	Heures à l'ext.hiver,enfant	te,e (h)	1
Selon le scénario	Heures à l'ext.été,enfant	te,e (h)	1
Taux d'absorption			
Veerkamp, 1994 (HESP)	Fraction absorbée par inhalation (par défaut)	fa,inh (-)	1

			Terrain localisé 278 avenue Roland Garros
SCENARIO			Bureaux
Selon le scénario (jours de vacances, loi des 35H)	Nb de jours d'exposition par an - adulte	j/an	217
	Nb de jours d'exposition par an - enfant	j/an	52
Choix de la cible	Cible adulte	0/1	1
	Cible enfant	0/1	1
Données utilisées par INERIS ou groupe de travail du MEDD	Nombre d'années d'expo. enfant	enfant	6
	Nombre d'années d'expo. adulte	adulte	25
Choix des voies d'exposition	Inhalation de gaz	0/1	1
	Inhalation de poussières	0/1	0
	Inhalation de vapeur d'eau	0/1	0
	Ingestion d'eau	0/1	0
	Ingestion de légumes	0/1	0
	Ingestion de poissons	0/1	0
	Ingestion de viande	0/1	0
	Ingestion de sol	0/1	0
	Contact cutané sol	0/1	0
	Contact cutané poussières	0/1	0
	Contact cutané eau	0/1	0
DONNEES SITE			
selon le site	Longueur de la zone polluée	L (m)	65
selon le scénario	Fraction annuelle de l'été	été	0,5
selon le site	Température moyenne annuelle	T (°C)	11
PARAMETRES SOL			
Selon le site	Température du sol	Ts (°C)	10
Selon le site	pH du sol	pH (-)	7
Selon le site	Conductivité hydraulique	Kp (m/j)	1
Selon le site	Perméabilité intrinsèque du sol	Kv (cm²)	1,00E-08
Selon le site	Masse volumique du sol	MVs (kg/L)	1,63
Selon le site	Fraction de carbone organique	foc (-)	0,017
Selon le site	Porosité totale de la zone capillaire	θzc (-)	0,39
Selon le site	Porosité totale de la zone insaturée	θt (-)	0,39
Selon le site	Teneur en air du sol de la zone insaturée	TAs (-)	0,195
Selon le site	Teneur en eau du sol de la zone insaturée	TEs (-)	0,195
DONNEES ATMOSPHERIQUES			
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de la couche limite	Xa (m)	0,005
Modélisation J&E, HESP - source sol et VOLASOIL - source sol + eaux	Longueur de diffusion du polluant	Ld (m)	0,05
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de dispersion	H (m)	2
Veerkamp, 1994 (HESP)	Evaporation de l'eau du sol	Ev (m/j)	0,0001
Météo France	Hauteur de référence données météo	href (m)	10
Veerkamp, 1994 (HESP)	Constante de Karman	k (-)	0,4
Veerkamp, 1994 (HESP)	Rugosité de surface	sr (m)	1
Selon le site	Vitesse du vent à hauteur h	Vh (m/h)	12990
DONNEES HABITAT			
Modèles utilisés			J&E source infinie
Johnson et Ettinger (1991)	Fraction volumique de la phase air dans les fissures du béton	BVA (-)	0,195
Johnson et Ettinger (1991)	Fraction volumique de la phase liquide dans les fissures du béton	BVE (-)	0,195
Selon le site	Type de sous-sol	vs(vide sanitaire);ss(sous-sol);ps(plein sol)	ps
Johnson et Ettinger (1991)	Crack Ratio	Crack Ratio (-)	0,00038
Selon le projet d'aménagement	Épaisseur des fondations	eb (m)	0,1
Selon le projet d'aménagement	Épaisseur du béton surfaces extérieures	eb (m) ext	0,05
Johnson et Ettinger (1991)	Différence de pression entre le sol (ou sous-sol) et le premier niveau d'habitation	ΔP (g/cm.s²)	40
	Fraction de surface couverte par l'habitation	fH (-)	0,6
	Fraction de surface extérieure couverte par un enrobé	fe (-)	0
RISC WORKBENCH	Taux de ventilation	Ra (h)	0,504
Johnson et Ettinger (1991)	Qbuilding	Qbuilding (m³/h)	86,08
Johnson et Ettinger (1991)	Qbuilding	Qbuilding (cm³/s)	23912
Selon le site	Longueur bâtiment	Lh (m)	10
Selon le site	Largeur bâtiment	lh (m)	7
Selon le site	Hauteur bâtiment	Hh (m)	2,5
Johnson et Ettinger (1991)	Profondeur des fissures des fondations par rapport au sol	Zcrack (m)	0,15
Johnson et Ettinger (1991)	Hauteur de mélange (mixing height)	H (m)	2,44
DONNEES RECEPTEUR			
Adulte			
Tanguy, Zechoun, Dor, mai-juin 2007	Poids adulte	Pa (kg)	69,5
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de respiration adulte	HRa (m)	1,5
ICRP 1994 (Commission Internationale de Protection Radiologique), CIBLEX 2003	Volume respiratoire	VR,a (m³/j)	25,7
Temps passés - moy journalière - adulte			
Selon le scénario	Heures à l'int,hiver,adulte	ti,a (h)	8
Selon le scénario	Heures à l'int,été,adulte	ti,e (h)	8
Selon le scénario	Heures à l'ext,hiver,adulte	te,a (h)	1
Selon le scénario	Heures à l'ext,été,adulte	te,e (h)	1
Enfant			
Tanguy, Zechoun, Dor, mai-juin b2007	Poids enfant	Pe (kg)	14,6
Veerkamp, 1994 (HESP)	Hauteur de respiration enfant	Hre (m)	1
ICRP 1994 (Commission Internationale de Protection Radiologique), CIBLEX 2003	Volume respiratoire	VR,e (m³/j)	10,1
Temps passés - moy journalière - enfant			
Selon le scénario	Heures à l'int,hiver,enfant	ti,e (h)	0,5
Selon le scénario	Heures à l'int,été,enfant	ti,e (h)	0,5
Selon le scénario	Heures à l'ext,hiver,enfant	te,e (h)	0,5
Selon le scénario	Heures à l'ext,été,enfant	te,e (h)	0,5
Taux d'absorption			
Veerkamp, 1994 (HESP)	Fraction absorbée par inhalation (par défaut)	fa,inh (-)	1

PROPORTION DES COUPES D'HYDROCARBURES TOTAUX DANS UN MELANGE TYPE HUILE MINERALE (Réf. AEHS, 2000)		
Coupes pétrolières considérées		Proportions dans un mélange de type Huile minérale (en %)
Hydroc. aliphatiques	• C ₅ -C ₆	0
	• C ₆ -C ₈	0
	• C ₈ -C ₁₀	0,1
	• C ₁₀ -C ₁₂	0,3
	• C ₁₂ -C ₁₆	16
	• C ₁₆ -C ₃₅	70
Hydroc. aromatiques	• C ₅ -C ₇	0
	• C ₇ -C ₈	0
	• C ₈ -C ₁₀	0,1
	• C ₁₀ -C ₁₂	0,1
	• C ₁₂ -C ₁₆	0,7
	• C ₁₆ -C ₂₁	8
TOTAL		100

Paramètres physico-chimiques		Xylènes		Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂		Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆		Hydrocarbures aliphatiques C ₁₅ -C ₃₅		Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂		Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₆		Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁	
Température de référence	Tréf (°C)	25		25		25		25		25		25		25	
Masse molaire	M (g/mol)	106,16	I	160	R	200	R	270	R	130	R	150	R	190	R
Pression de vapeur	P'(Tréf) mmHg	def		0,49	R	0,036	R	0,0058	R	0,48	R	0,036	R	0,0058	R
	P'(Tréf) Pa	1,10E+03	I	6,53E+01	C	4,80E+00	C	7,73E-01	C	6,40E+01	C	4,80E+00	C	7,73E-01	C
Solubilité dans l'eau	S(Tréf) mg/L	177	I	0,034	R	0,00076	R	0,0000013	R	25	R	5,8	R	0,51	R
	log kow	3,20	E	5,60	R	6,80	R	8,90	R	3,50	R	3,90	R	4,70	R
Coef de partage octanol/eau	Koc	234	I	250000	R	5000000	R	1,00E+09	R	2500	R	5000	R	16000	R
Coef de partage carbone organique/eau	log Koc	2,37	C	5,40	C	6,70	C	9,00	C	3,40	C	3,70	C	4,20	C
Coef de partage sol-eau	Kd(L/kg)	def		def		def		def		def		def		def	
Coefficient de diffusion dans l'air	Da (cm²/s)	7,20E-02	I	1,00E-01	R	1,00E-01	R	1,00E-01	R	1,00E-01	R	1,00E-01	R	1,00E-01	R
	Da (m²/h)	2,59E-02	C	3,60E-02	C	3,60E-02	C	3,60E-02	C	3,60E-02	C	3,60E-02	C	3,60E-02	C
Coefficient de diffusion dans l'eau	De (cm²/s)	8,44E-06	I	1,00E-05	R	1,00E-05	R	1,00E-05	R	1,00E-05	R	1,00E-05	R	1,00E-05	R
	De (m²/h)	3,04E-06	C	3,60E-06	C	3,60E-06	C	3,60E-06	C	3,60E-06	C	3,60E-06	C	3,60E-06	C
Constante de Henry à Tréf	Ho ((mg/L)/(mg/L))	2,90E-01	R	1,30E+02	R	5,40E+02	R	6,40E+03	R	1,40E+01	R	5,40E+02	R	1,30E+02	R
	Ho (Pa.m³/mol.K)	7,18E+02	C	3,22E+05	C	1,34E+06	C	1,58E+07	C	3,47E+02	C	1,34E+02	C	3,22E+01	C
Biodisponibilité															
par inhalation															
I : INERIS	E : EPA	I		I		I		I		I		I		I	
R : RISC WORKBENCH	éq : équivalent														
H : HESP	HS : HSDB														
RA : RAIS	PW : Pal, D., Weber, J.B. and Overcash, M.R. (1980)														
def : valeur modélisée par défaut	C : Calculé														

Paramètres physico-chimiques		Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₃₅		Phénanthrène		Fluoranthène		Pyrène		Benzo(a) anthracène		Chrysène		Benzo(b) fluoranthène	
Température de référence	Tréf (°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Masse molaire	M (g/mol)	240	R	178.23	I	202.26	I	202.26	I	228.3	RA	228.3	RA	252.3	I
Pression de vapeur	P(Tréf) mmHg	0.0000033	R	def		def		def		0.0000019	RA	6.23E-09	RA	def	
	P(Tréf) Pa	4.40E-04	C	9.10E-02	I	1.20E-03	I	1.20E-02	I	2.53E-04	I	8.31E-07	I	6.70E-05	I
Solubilité dans l'eau	S(Tréf) mg/L	0.0066	R	1.2	I	0.26	I	0.13	I	0.0094	RA	0.002	RA	0.012	I
Coef de partage octanol/eau	log K _{ow}	6.10	R	4.46	I	4.95	I	5.37	I	5.66	E	5.66	E	6.12	E
Coef de partage carbone organique/eau	K _{oc}	130000	R	def	I	72000	I	67992	I	231000	RA	236000	RA	630000	I
	log K _{oc}	5.11	C	4.18	C	4.86	C	4.83	C	5.36	C	5.37	C	5.80	C
Coef de partage sol-eau	K _d (L/kg)	def		def		def		def		def		def		def	
Coefficient de diffusion dans l'air	Da (cm²/s)	1.00E-01	R	5.40E-02	I	3.90E-02	I	2.72E-02	I	5.10E-02	RA	2.48E-02	RA	3.33E-02	I
	Da (m²/h)	3.60E-02	C	1.94E-02	C	1.40E-02	C	9.79E-03	C	1.84E-02	C	8.93E-03	C	1.20E-02	C
Coefficient de diffusion dans l'eau	De (cm²/s)	1.00E-05	R	5.70E-06	I	5.80E-06	I	7.24E-06	I	9.00E-06	RA	6.21E-06	RA	5.13E-06	I
	De (m²/h)	3.60E-06	C	2.05E-06	C	2.09E-06	C	2.61E-06	C	3.24E-06	C	2.24E-06	C	1.83E-06	C
Constante de Henry à Tréf	Ho ((mg/L)/(mg/L))	6.80E-04	R	1.60E-03	R	6.60E-04	R	4.87E-04	RA	4.91E-04	RA	2.14E-04	RA	4.53E-03	R
	Ho (Pa.m³/mol.K)	1.68E+00	C	3.96E+00	C	1.63E+00	C	1.21E+00	C	1.22E+00	C	5.30E-01	C	1.13E+01	C
Biodisponibilité															
par inhalation		1		1		1		1		1		1		1	
I : INERIS	E : EPA														
R : RISC WORKBENCH	éq : équivalent														
H : HESP	HS : HSDB														
RA : RAIS	PW : Pal, D., Weber, J.B. and Overcash.														
def : valeur modélisée par défaut	C : Calculé														

Paramètres physico-chimiques		Benzo(k) fluoranthène	Benzo(a) pyrène	Indéno(1,2,3- cd)pyrène	Dibenzo(a,h) antracène	Benzo(g,h,i) pérylène	Mercuré
Température de référence	Tref (°C)	25	20	25	25	25	20
Masse molaire	M (g/mol)	252.3	I 252.3	I 276.34	I 278.35	I 276.34	I 200.59
Pression de vapeur	P(Tref) mmHg	def	def	def	def	I 1E-10	def
Solubilité dans l'eau	P(Tref) Pa	7,00E-05	I 7,30E-07	I 1,30E-08	I 1,30E-08	I 1,33E-08	I 9,00E-03
Coef de partage octanol/eau	S(Tref) mg/L	0,00076	I 0,003	I 0,062	I 0,0005	I 0,00026	I 69000
Coef de partage carbone organique/eau	log Koc	6,84	E 6,10	E 6,58	E 6,84	E 6,63	I -0,30
	Koc	790000	I def	I 6300000	I 1400000	I 2680000	def
	log Koc	5,90	C 6,00	I 6,80	C 6,15	C 6,43	def
Coef de partage sol-eau	Kd(L/kg)	def	def	def	def	def	52
Coefficient de diffusion dans l'air	Da (cm²/s)	3,33E-02	I 4,50E-02	I 3,10E-02	I 3,10E-02	I 4,10E-02	I 3,70E-02
	Da (m²/h)	1,20E-02	C 1,62E-02	C 1,12E-02	C 1,12E-02	C 1,48E-02	C 1,33E-02
Coefficient de diffusion dans l'eau	De (cm²/s)	5,13E-06	I 6,90E-06	I 5,10E-06	I 4,80E-06	I 4,90E-06	I 6,30E-06
	De (m²/h)	1,85E-06	C 2,48E-06	C 1,84E-06	C 1,73E-06	C 1,76E-06	C 2,27E-06
Constante de Henry à Tref	Ho ((mg/L)/(mg/L))	3,40E-05	R 4,63E-05	R 6,56E-05	R 6,03E-07	R 1,35E-05	R 1,45E-08
	Ho (Pa.m³/mol.K)	8,42E-02	C 1,15E-01	C 1,62E-01	C 1,49E-03	C 3,34E-02	C 3,60E-05
Biodisponibilité							
par inhalation	gaz	I	I	I	I	I	I

E : EPA
I : INERIS
R : RISC WORKBENCH
H : HESP
RA : RAIS
def : valeur modélisée par défaut
eq : équivalent
HS : HSDB
PW : Pal, D., Weber, J.B. and Overcash.
C : Calculé

ANNEXE 4.3

*Equations utilisées pour la modélisation de
l'exposition et la quantification des risques sanitaires*

**Equations utilisées pour la modélisation des
expositions et la quantification
des risques sanitaires**

Dans le cadre de l'évaluation des expositions, ont été utilisées les équations suivantes :

- équations de **Johnson et Ettinger** pour la diffusion des polluants vers **l'air ambiant intérieur** à partir d'une **source sols (hypothèse de source infinie)**
- équations de **HESP** pour la diffusion des polluants vers **l'air ambiant extérieur** à partir d'une **source sol**.

1. - Calcul des doses journalières d'exposition avec HESP (Inhalation de polluant gazeux dans l'air ambiant extérieur - équations d'HESP à partir d'une source sol - source infinie)

$$DJE_{inh,g} = Caa_e * T_{ext} / 24 * VR / P * f_{a,inh} * Ea$$

- $DJE_{inh,g}$: dose journalière d'exposition par inhalation de polluant sous forme gazeuse (mg/kg)
 Caa_e : concentration de polluant gazeux dans l'air ambiant extérieur (mg/m³)
 T_{ext} : temps passé à l'extérieur (-)
 VR : volume respiratoire (m³/j)
 P : poids corporel (kg)
 $f_{a,inh}$: facteur d'absorption par la voie d'inhalation (-)
 Ea : fréquence d'exposition annuelle (nombre de jours par an d'exposition sur le site divisé par le nombre de jours dans une année) - (j/j)
 $f_{a,inh}$: facteur d'absorption par la voie d'inhalation (-)

1.1. - Capacité de fugacité

$$Za = 1 / (R * Ts)$$

- Za : capacité de fugacité de l'air (mole/m³.Pa)
 R : constante des gaz parfaits (8,3143 Pa.m³/mole.K)
 Ts : température du sol (°K)

$$Z_e = 1 / H_s$$

Z_e : capacité de fugacité de l'eau (mole/m³.Pa)

H_s : constante de Henry à la température du sol (m³.Pa/mole)

$$\ln H_s = \ln H(T_{ref}) + 0,024 (T_s - T_{ref})$$

$$H(T_{ref}) = P(T_{ref}) * M / S(T_{ref})$$

T_{ref} : température de référence (°C)

T_s : température du sol

$H(T_{ref})$: constante de Henry à la température de référence (m³.Pa/mole)

$S(T_{ref})$: solubilité dans l'eau de la substance pure à la température de référence (g/m³)

$P(T_{ref})$: pression de vapeur de la substance pure à la température de référence (Pa)

M : masse molaire du composé (g/mole)

$$Z_s = K_d * M V_s * Z_w / F V_s$$

Z_s : capacité de fugacité du sol (mole/m³.Pa)

K_d : coefficient de partition sol - eau (dm³/kg)=[mg/kg de sol]/[mg/dm³ d'eau]

$M V_s$: masse volumique du sol sec (g/cm³)

$F V_s$: fraction volumique de la phase solide du sol (-)

$$K_d = K_{oc} * f_{oc}$$

$$K_{oc} = 0,411 * K_{ow}$$

K_d : coefficient de partition sol - eau (dm³/kg)

K_{oc} : coefficient de partage carbone organique - eau (dm³/kg)

f_{oc} : fraction de carbone organique (-)

K_{ow} : coefficient de partage octanol - eau (dm³/kg)

1.2. - Fractions massiques

$$P_a = (Z_a * TAs) / (Z_a * TAs + Z_e * TEs + Z_s * FVs)$$

$$P_e = (Z_e * TEs) / (Z_a * TAs + Z_e * TEs + Z_s * FVs)$$

$$P_s = (Z_s * FVs) / (Z_a * TAs + Z_e * TEs + Z_s * FVs)$$

P_a : fraction massique dans l'air du sol (-)

P_e : fraction massique dans l'eau du sol (-)

P_s : fraction massique dans la partie solide du sol (-)

TAs : teneur en air du sol (-)

TEs : teneur en eau du sol (-)

FVs : fraction volumique de la phase solide du sol (-)

1.3. - Coefficients de diffusion

$$Das = TAs^{10/3} * Da / (1 - FVs)^2$$
$$Da = 0,36 * (76 / M)^{1/2}$$

Das : coefficient de diffusion dans l'air du sol (m²/h)
Da : coefficient de diffusion dans l'air (m²/h)
M : masse molaire de la substance (g/mol)
TAs : teneur en air du sol (-)
TEs : teneur en eau du sol (-)

$$Des = TEs^{10/3} * De / (1 - FVs)^2$$
$$De = 3,6 * 10^{-6} * (76 / M)^{1/2}$$

Des : coefficient de diffusion dans l'eau du sol (m²/h)
De : coefficient de diffusion dans l'eau (m²/h)
TEs : teneur en eau du sol (-)

$$D_{eff} = (Pa * Das / TAs) + (Pe * Des / TEs)$$

D_{eff} : Coefficient de diffusion effective dans le sol (m²/h)
Pa : fraction massique dans l'air du sol (-)
Pe : fraction massique dans l'eau du sol (-)
TAs : teneur en air du sol (-)
TEs : teneur en eau du sol (-)
Das : coefficient de diffusion dans l'air du sol (m²/h)
Des : coefficient de diffusion dans l'eau du sol (m²/h)

1.4. - Flux de polluants émis

$$J_{cl} = Da * Cas / Xa$$

J_{cl} : flux à travers la couche limite sol/air extérieur (g/[m².h])
Xa : épaisseur de la couche limite (m)
Cas : concentration dans l'air du sol (g/m³)
Da : coefficient de diffusion dans l'air (m²/h)

$$Cas = Cs * MVs * Pa / TAs$$

Cas : concentration dans l'air du sol (g/m³)
Cs : concentration en polluant dans le sol (mg/kg)
Pa : fraction massique dans l'air du sol (-)
TAs : teneur en air du sol (-)
MVs : masse volumique du sol (g/cm³)

$$J_{ev} = C_{es} * E_v / 24$$

J_{ev} : flux lié à l'évaporation de l'eau du sol (g/[m².h])
 E_v : flux d'eau évaporée par jour (m/h)
 C_{es} : concentration dans l'eau du sol (g/m³) (valeur plafonnée à la solubilité du produit)

$$C_{es} = C_s * M V_s * P_e / T E_s$$

C_{es} : concentration dans l'eau du sol (g/m³) (**valeur plafonnée à la solubilité du produit**)
 C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg)
 $M V_s$: masse volumique du sol (g/cm³)
 P_e : fraction massique dans l'eau du sol (-)
 $T E_s$: teneur en eau du sol (-)

$$J_{diff} = (D_{eff} / L_d) * (C_{as} * T A_s / P_a)$$

J_{diff} : flux de diffusion dans l'eau du sol (g/[m².h])
 L_d : longueur de diffusion dans le sol (m)

1.5. - Concentrations en polluants dans l'air ambiant extérieur

$$C_{aae} = J_{aae} / V_d$$

Si $J_{ev} + J_{diff} < J_{cl}$ alors $J_{aae} = J_{ev} + J_{diff}$
sinon $J_{aae} = J_{cl}$

C_{aae} : concentration dans l'air ambiant extérieur (g/m³)
 J_{aae} : Flux de polluant vers l'air ambiant extérieur (g/[m².h])
 V_d : vitesse de dilution (m/h)

$$V_d = V_{resp} * S_z / L$$

V_{resp} : vitesse moyenne du vent à hauteur de respiration (m/h)
 S_z : coefficient de dispersion de Pasquill (m)
 L : longueur de la zone contaminée (m)

$$V_{resp} = (V_y + V_f) / 2$$

V_f : vitesse de friction (m/h)
 V_y : vitesse du vent à la hauteur Y (m/h)

$$V_y = \ln (Y / s_r) * V_f / k$$

Y : hauteur de respiration (m)
 s_r : rugosité de surface (m)
 k : constante de Karman (-)

$$Vf = k * Vh / \ln(h_{ref} / sr)$$

Vh : vitesse du vent à la hauteur h

h_{ref} : hauteur de référence pour les données météo (m)

$$Sz = Co * 0,2 * L^{0,76}$$

$$Co = (10 * sr)^{(0,53 * L^{-0,22})}$$

Co : facteur de correction de longueur de rugosité (-)

2. - Equations de Johnson et Ettinger (diffusion de polluants à partir d'une source sols ou eaux souterraines - hypothèse source infinie)

- Cas d'une contamination des sols :

$$C_{source} = \frac{H_{TS} \cdot C_R \cdot \rho_b}{\theta_w + K_d \cdot \rho_b + H_{TS} \cdot \theta_a}$$

C_{source} : concentration dans l'air du sol (mg/m³)

H_{TS} : constante de Henry adimensionnée de la substance à la température du sol

C_R : concentration par unité massique de sol (g/g),

ρ_b : masse volumique du sol (g/cm³),

θ_w : teneur en eau du sol (sans dimension),

θ_a : teneur en air du sol (sans dimension),

K_d : coefficient de répartition sol-eau (cm³/g) : K_d = K_{oc} · f_{oc}

K_{oc} : coefficient de répartition sol/carbone organique (cm³/g)

f_{oc} : la fraction de carbone organique du sol

$$D_i^{eff} = D_a \cdot \left(\frac{\theta_{a,i}^{3,33}}{n_i^2} \right) + \left(\frac{D_w}{H_{TS}} \right) \cdot \left(\frac{\theta_{w,i}^{3,33}}{n_i^2} \right)$$

D_i^{eff} : Coefficient de diffusion effectif dans la couche i (cm²/s)

D_a : les coefficients de diffusion dans l'air pur de la substance (cm²/s)

$$D_a = 0.036 \cdot \sqrt{\frac{76}{M}}$$

D_w : les coefficients de diffusion dans l'air et dans l'eau pure de la substance (cm²/s)

$$D_w = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{\frac{76}{M}}$$

θ_{a,i} : teneur en air du sol pour la couche i (sans dimension)

θ_{w,i} : teneur en eau du sol pour la couche i (sans dimension)

H_{TS} : constante de Henry adimensionnée à la température du sol

n_i : porosité totale de la couche de sol i (sans dimension)

M : masse molaire du composé (g/mol)

$$D_T^{eff} = \frac{L_T}{\sum_{i=0}^n \frac{L_i}{D_i^{eff}}}$$

D_T^{eff} : coefficient de diffusion effectif total (cm²/s)

L_T : distance entre la contamination et les fondations (n'incluant pas l'épaisseur des fondations) (cm)

L_i : l'épaisseur de la couche de sol i (cm)

D_i^{eff} : le coefficient de diffusion de la couche de sol i (cm²/s)

$$Q_{soil} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \Delta P \cdot k_v \cdot X_{crack}}{\mu \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot Z_{crack}}{r_{crack}}\right)}$$

Q_{soil} : flux volumique entrant dans le bâtiment (cm³/s)

ΔP : différence de pression entre le sol et l'air intérieur (Pa)

k_v : perméabilité intrinsèque du sol (cm²)

X_{crack} : périmètre des fondations (cm)

μ : viscosité de l'air (g/cm.s)

Z_{crack} : profondeur des fondations (cm)

r_{crack} : rayon hydraulique des fissures rapporté au pourcentage surfacique de fissures (cm)

$$r_{crack} = \eta \cdot \frac{A_B}{X_{crack}}$$

η : crack ratio, fraction surfacique de fissures (par rapport à la surface totale des fondations)

A_B : surface des fondations (cm²)

X_{crack} : périmètre des fondations (cm)

$$Q_{Building} = \frac{L_B \cdot W_B \cdot H_B \cdot ER}{3,6}$$

$Q_{Building}$: taux de ventilation du bâtiment (cm³/s)

L_B : longueur (cm)

W_B : largeur (cm)

H_B : hauteur de mélange (cm)

ER : taux d'échange d'air (h⁻¹)

- Pour une source infinie :

$$\alpha = \frac{\left[\left(\frac{D_T^{eff} \cdot A_B}{Q_{building} \cdot L_T} \right) \cdot \exp\left(\frac{Q_{soil} \cdot L_{crack}}{D_{crack} \cdot A_{crack}} \right) \right]}{\left[\exp\left(\frac{Q_{soil} \cdot L_{crack}}{D_{crack} \cdot A_{crack}} \right) + \left(\frac{D_T^{eff} \cdot A_B}{Q_{building} \cdot L_T} \right) + \left(\frac{D_T^{eff} \cdot A_B}{Q_{soil} \cdot L_T} \right) \cdot \left[\exp\left(\frac{Q_{soil} \cdot L_{crack}}{D_{crack} \cdot A_{crack}} \right) - 1 \right] \right]}$$

- D_t^{eff} : coefficient de diffusion effectif total (cm²/s)
 A_B : surface des fondations (cm²)
 $Q_{building}$: taux de ventilation du bâtiment (cm³/s)
 L_T : distance entre la source de contamination et les fondations (cm)
 Q_{soil} : flux volumique de polluant entrant dans le bâtiment (cm³/s)
 L_{crack} : épaisseur des fondations (cm)
 A_{crack} : surface des fissures (cm²)
 D^{crack} : coefficient de diffusion dans les fissures (cm²/s) supposé égal au coefficient de diffusion de la couche de sol en contact avec les fondations en considérant que les fissures sont comblées avec de la terre

$$C_{building} = \alpha \cdot C_{source}$$

- $C_{building}$: concentration dans l'air intérieur (mg/m³)
 α : coefficient d'atténuation
 C_{source} : concentration dans l'air du sol (mg/m³)

3. - Quantification des risques basés sur les expositions

3.1. - Risque non cancérigène systémique avec seuil

$$QD = \left(\frac{DJE_{mg/kg/j}}{DJT} + \frac{DJE_{mg/m^3}}{CT} \right)$$

- QD : Quotient de Danger (-)
DJE : dose journalière d'exposition (mg/kg/j ou mg/m³)
DJT : dose journalière tolérable (mg/kg/j)
CT : concentration tolérable (mg/m³) pour un volume respiratoire donné

3.2. - Risque cancérigène sans seuil

$$ERI = \left(DJE_{mg/kg/j} \cdot ERU + DJE_{mg/m^3} \cdot ERUI \right) \cdot \frac{E}{T_{vie}}$$

- ERI : excès de risque individuel (-)
DJE : dose journalière d'exposition (mg/kg/j ou mg/m³)
ERU : excès de risque unitaire (mg/kg/j)⁻¹
ERUI : excès de risque unitaire par inhalation (mg/m³)⁻¹ pour un volume respiratoire donné
E : nombre d'années d'exposition (années)
T_{vie} : durée de la vie (70 ans)

ANNEXE 4.4

**Concentrations maximales prises en compte dans les
milieux d'exposition**

Concentrations maximales prises en compte dans le cadre de l'Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR)						
RESUME DES CONCENTRATIONS MAXIMALES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION	Sols		Air du sol		Air ambiant intérieur	
	Hors et sous bâti (mg/kg)		Hors et sous bâti (mg/m ³)	modélisation Johnson & Ehinger ^(d) (mg/m ³)	Valeur retenue ^(e) (mg/m ³)	modélisation HESP adulte ^(e) (mg/m ³) modélisation HESP enfant ^(e) (mg/m ³)
SCENARIO : DECHETTERIE						
Xylènes totaux	0,0700	a	3,61	0,00120	0,00120	0,000195 0,000393
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	1,72	a,b	38,4	0,0129	0,0129	0,00288 0,00579
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₃ -C ₁₆	91,5	a,b	301	0,101	0,101	0,0226 0,0454
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₃₅	400	a,b	6,10	0,00205	0,00205	0,000457 0,000921
Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,572	a,b	1,38	0,000462	0,000462	0,000104 0,000208
Hydrocarbures aromatiques C ₁₃ -C ₁₆	4,00	a,b	1,86	0,000625	0,000625	0,000141 0,000283
Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁	45,7	a,b	1,60	0,000538	0,000538	0,000124 0,000250
Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₃₅	26,3	a,b	0,00329	0,00000111	0,00000111	0,000000397 0,000000800
Phénanthrène	0,150	a	0,000684	0,000000226	0,000000226	0,0000000391 0,0000000788
Fluoranthène	0,550	a	0,000218	0,0000000716	0,0000000716	0,0000000152 0,0000000306
Pyrrène	0,450	a	0,000139	0,0000000457	0,0000000457	0,0000000109 0,0000000220
Benzo(a)anthracène	0,350	a	0,0000321	0,0000000107	0,0000000107	0,00000000320 0,00000000643
Chrysène	0,460	a	0,000180	0,0000000598	0,0000000598	0,00000000263 0,00000000529
Benzo(b)fluoranthène	0,590	a	0,000184	0,0000000595	0,0000000595	0,00000000565 0,0000000114
Benzo(k)fluoranthène	0,250	a	0,000000464	0,00000000158	0,00000000158	0,00000000369 0,00000000743
Benzo(a)pyrrène	0,280	a	0,000000631	0,00000000214	0,00000000214	0,00000000359 0,00000000723
Indène(1,2,3-cd)pyrrène	0,180	a	0,0000000809	0,000000000273	0,000000000273	0,000000000341 0,000000000686
Dibenz(a,h)anthracène	0,0600	a	0,0000000112	0,0000000000624	0,0000000000624	0,0000000000917 0,000000000185
Benzo(g,h,i)ppérylène	0,220	a	0,0000000478	0,00000000163	0,00000000163	0,000000000188 0,000000000376
Mercur	0,320	a	0,000000739	0,00000000128	0,00000000128	0,000000000724 0,00000000146

(^(a)) : concentrations maximales mesurées durant les investigations d'avril 2009 (HPC Environ) au droit des fouilles F2, F2/8, F6, F7, F9, F10/11, F11 et F12,
(^(b)) : prise en compte des caractéristiques des coupes pétrolières pour un mélange de type "huile minérale" (voir proportions des coupes dans un tel mélange en annexe 4.2),
(^(c)) : teneur modélisée à partir de la concentration dans les sols (voir équations en annexe 4.3),
(^(d)) : concentration modélisée à partir des équations de Johnson & Ehinger (voir équations en annexe 4.3),
(^(e)) : concentration modélisée à partir des teneurs dans les sols et des équations de HESP (voir équations en annexe 4.3),
(^(f)) : valeur maximale entre la concentration modélisée dans l'air intérieur et celle modélisée dans l'air extérieur.

Concentrations maximales prises en compte dans le cadre de l'Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR)							
RESUME DES CONCENTRATIONS MAXIMALES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION	Sols		Air du sol		Air ambiant intérieur		Air ambiant extérieur
	Hors et sous bâti (mg/kg)	Hors et sous bâti (mg/m³)	modélisation <i>Johnson & Eitinger</i> ^(c) (mg/m³)	Valeur retenue ^(e) (mg/m³)	modélisation HESP adulte ^(d) (mg/m³)	modélisation HESP enfant ^(d) (mg/m³)	
SCENARIO : CRECHE							
Fluoranthène	0.120	a	0.0000475	b	0.0000000139	0.00000000332	0.00000000668
Pyrène	0.100	a	0.0000309	b	0.00000000902	0.00000000243	0.00000000489
Benzo(a)anthracène	0.0700	a	0.00000642	b	0.00000000190	0.000000000639	0.00000000129
Chrysène	0.100	a	0.00000391	b	0.00000000115	0.000000000571	0.00000000115
Benzo(b)fluoranthène	0.120	a	0.00000374	b	0.00000000108	0.00000000115	0.00000000231
Benzo(k)fluoranthène	0.0600	a	0.000000111	b	0.000000000335	0.0000000000885	0.000000000178
Mercurure	0.330	a	0.0000000762	b	0.000000000131	0.000000000747	0.00000000150

^(a) : aux concentrations maximales mesurées durant les investigations d'avril 2009 (HPC Envirotec) au droit des fouilles F1 à F5,
^(b) : teneur modélisée à partir de la concentration dans les sols (voir équations en annexe 4.3),
^(c) : concentration modélisée à partir des équations de Johnson & Eitinger (voir équations en annexe 4.3),
^(d) : concentration modélisée à partir des teneurs dans les sols et des équations de HESP (voir équations en annexe 4.3),
^(e) : valeur maximale entre la concentration modélisée dans l'air intérieur et celle modélisée dans l'air extérieur.

Concentrations maximales prises en compte dans le cadre de l'Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR)						
RESUME DES CONCENTRATIONS MAXIMALES DANS LES MEDIA D'EXPOSITION	Sols		Air du sol		Air ambiant intérieur	
	Hors et sous bâti		Hors et sous bâti		modélisation Johnson & Ettinger ^(d)	
	(mg/kg)		(mg/m ³)		Valeur retenue ^(f)	modélisation HESP adulte ^(e)
					(mg/m ³)	modélisation HESP enfant ^(e)
					(mg/m ³)	(mg/m ³)
SCENARIO : BUREAUX						
Xylènes totaux	0,0700	a	3,61	0,00107	0,00107	0,000195
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	1,72	a,b	38,4	0,0114	0,0114	0,00288
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	91,5	a,b	301	0,0896	0,0896	0,0226
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₃₅	400	a,b	6,10	0,00182	0,00182	0,000921
Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,572	a,b	1,38	0,000410	0,000410	0,000208
Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	4,00	a,b	1,86	0,000554	0,000554	0,000283
Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁	45,7	a,b	1,60	0,000477	0,000477	0,000250
Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₃₅	26,3	a,b	0,00329	0,000000983	0,000000983	0,000000800
Phénanthrène	0,150	a	0,000684	0,000000201	0,000000201	0,000000788
Fluoranthène	0,550	a	0,000218	0,0000000637	0,0000000637	0,000000306
Pyrène	0,450	a	0,000139	0,0000000406	0,0000000406	0,0000000220
Benzo(a)anthracène	0,350	a	0,0000321	0,00000000950	0,00000000950	0,0000000643
Chrysène	0,460	a	0,0000180	0,00000000531	0,00000000531	0,0000000529
Benzo(b)fluoranthène	0,590	a	0,0000184	0,00000000529	0,00000000529	0,000000114
Benzo(k)fluoranthène	0,250	a	0,000000464	0,000000000140	0,000000000743	0,00000000743
Benzo(a)pyrène	0,280	a	0,000000631	0,000000000190	0,000000000723	0,00000000723
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,180	a	0,0000000809	0,0000000000242	0,0000000000686	0,000000000686
Dibenzo(a,h)anthracène	0,0600	a	0,00000000112	0,00000000000595	0,0000000000185	0,000000000185
Benzo(g,h,i)opérylène	0,220	a	0,0000000478	0,0000000000144	0,000000000188	0,000000000188
Mercure	0,320	a	0,0000000739	0,00000000128	0,00000000146	0,00000000146

(a) : concentrations maximales mesurées durant les investigations d'avril 2009 (HPC Envirotec) au droit des feuilles F2, F2/8, F7, F9, F10/11 et F11 .

(b) : prise en compte des caractéristiques des coupes pétrolières pour un mélange de type "huile minérale" (voir proportions des coupes dans un tel mélange en annexe 4.2).

(c) : teneur modélisée à partir de la concentration dans les sols (voir équations en annexe 4.3).

(d) : concentration modélisée à partir des équations de Johnson & Ettinger (voir équations en annexe 4.3).

(e) : concentration modélisée à partir des teneurs dans les sols et des équations de HESP (voir équations en annexe 4.3).

(f) : valeur maximale entre la concentration modélisée dans l'air intérieur et celle modélisée dans l'air extérieur.

ANNEXE 4.5

***Doses Journalières d'Exposition (DJE) et
Concentrations d'Exposition (CE) calculées par
voie d'exposition***

Doses Journalières d'Exposition et Concentrations d'Exposition			
ADULTE	Inhalation		Apport total adulte
	forme gazeuse		
	DJEinh (mg/kg/j)	CEinh (mg/m³)	Total adulte
DECHETTERIE			
Xylènes totaux	0,0000644	0,000138	0,0000644
Hydrocarbures aliphatiques C _{>10} -C ₁₂	0,000726	0,00156	0,000726
Hydrocarbures aliphatiques C _{>12} -C ₁₆	0,00569	0,0122	0,00569
Hydrocarbures aliphatiques C _{>16} -C ₃₅	0,000115	0,000248	0,000115
Hydrocarbures aromatiques C _{>10} -C ₁₂	0,0000260	0,0000560	0,0000260
Hydrocarbures aromatiques C _{>12} -C ₁₆	0,0000353	0,0000759	0,0000353
Hydrocarbures aromatiques C _{>16} -C ₂₁	0,0000305	0,0000656	0,0000305
Hydrocarbures aromatiques C _{>21} -C ₃₅	0,0000000694	0,000000149	0,0000000694
Phénanthrène	0,0000000122	0,0000000263	0,0000000122
Fluoranthène	0,00000000400	0,00000000860	0,00000000400
Pyrène	0,00000000261	0,00000000561	0,00000000261
Benzo(a)anthracène	0,000000000640	0,00000000138	0,000000000640
Chrysène	0,000000000396	0,000000000853	0,000000000396
Benzo(b)fluoranthène	0,000000000300	0,000000000645	0,000000000300
Benzo(k)fluoranthène	0,0000000000512	0,000000000110	0,0000000000512
Benzo(a)pyrène	0,0000000000498	0,000000000107	0,0000000000498
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,00000000000473	0,0000000000102	0,00000000000473
Dibenzo(a,h)anthracène	0,00000000000127	0,00000000000274	0,00000000000127
Benzo(g,h,i)pérylène	0,00000000000129	0,00000000000279	0,00000000000129
Mercure	0,000000000101	0,000000000216	0,000000000101

Doses Journalières d'Exposition et Concentrations d'Exposition			
ENFANT	Inhalation		Apport total enfant
	forme gazeuse		
	DJEinh (mg/kg/j)	CEinh (mg/m³)	Total enfant
DECHETTERIE			
Xylènes totaux	0,00000204	0,00000295	0,00000204
Hydrocarbures aliphatiques C _{>10} -C ₁₂	0,0000251	0,0000363	0,0000251
Hydrocarbures aliphatiques C _{>12} -C ₁₆	0,000197	0,000285	0,000197
Hydrocarbures aliphatiques C _{>16} -C ₃₅	0,00000399	0,00000577	0,00000399
Hydrocarbures aromatiques C _{>10} -C ₁₂	0,000000902	0,00000130	0,000000902
Hydrocarbures aromatiques C _{>12} -C ₁₆	0,00000122	0,00000177	0,00000122
Hydrocarbures aromatiques C _{>16} -C ₂₁	0,00000106	0,00000154	0,00000106
Hydrocarbures aromatiques C _{>21} -C ₃₅	0,00000000278	0,00000000402	0,00000000278
Phénanthrène	0,000000000394	0,000000000570	0,000000000394
Fluoranthène	0,000000000136	0,000000000197	0,000000000136
Pyrène	0,0000000000920	0,000000000133	0,0000000000920
Benzo(a)anthracène	0,0000000000242	0,0000000000350	0,0000000000242
Chrysène	0,0000000000170	0,0000000000246	0,0000000000170
Benzo(b)fluoranthène	0,00000000000844	0,0000000000122	0,00000000000844
Benzo(k)fluoranthène	0,00000000000229	0,00000000000331	0,00000000000229
Benzo(a)pyrène	0,00000000000223	0,00000000000322	0,00000000000223
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,000000000000211	0,000000000000306	0,000000000000211
Dibenzo(a,h)anthracène	0,0000000000000568	0,0000000000000822	0,0000000000000568
Benzo(g,h,i)pérylène	0,0000000000000579	0,0000000000000836	0,0000000000000579
Mercure	0,00000000000449	0,00000000000649	0,00000000000449

Doses Journalières d'Exposition et Concentrations d'Exposition			
ADULTE	Inhalation		Apport total adulte
	forme gazeuse		
	DJEinh (mg/kg/j)	CEinh (mg/m³)	Total adulte
CRECHE			
Fluoranthène	0,000000000921	0,00000000249	0,000000000921
Pyrène	0,000000000601	0,00000000162	0,000000000601
Benzo(a)anthracène	0,000000000128	0,000000000345	0,000000000128
Chrysène	0,000000000792	0,000000000214	0,000000000792
Benzo(b)fluoranthène	0,000000000701	0,00000000190	0,000000000701
Benzo(k)fluoranthène	0,000000000122	0,000000000331	0,000000000122
Mercure	0,000000000103	0,000000000279	0,000000000103

Doses Journalières d'Exposition et Concentrations d'Exposition			
ENFANT	Inhalation		Apport total enfant
	forme gazeuse		
	DJEinh (mg/kg/j)	CEinh (mg/m³)	Total enfant
CRECHE			
Fluoranthène	0,00000000226	0,00000000326	0,00000000226
Pyrène	0,00000000148	0,00000000213	0,00000000148
Benzo(a)anthracène	0,000000000315	0,000000000456	0,000000000315
Chrysène	0,000000000198	0,000000000286	0,000000000198
Benzo(b)fluoranthène	0,00000000170	0,00000000246	0,00000000170
Benzo(k)fluoranthène	0,000000000305	0,000000000441	0,000000000305
Mercure	0,000000000258	0,000000000373	0,000000000258

Doses Journalières d'Exposition et Concentrations d'Exposition			
ADULTE	Inhalation		Apport total adulte
	forme gazeuse		
	DJEinh (mg/kg/j)	CEinh (mg/m³)	Total adulte
BUREAUX			
Xylènes totaux	0,0000800	0,000216	0,0000800
Hydrocarbures aliphatiques C _{>10} -C ₁₂	0,000863	0,00233	0,000863
Hydrocarbures aliphatiques C _{>12} -C ₁₆	0,00677	0,0183	0,00677
Hydrocarbures aliphatiques C _{>16} -C ₃₅	0,000137	0,000371	0,000137
Hydrocarbures aromatiques C _{>10} -C ₁₂	0,0000310	0,0000838	0,0000310
Hydrocarbures aromatiques C _{>12} -C ₁₆	0,0000419	0,0001133	0,0000419
Hydrocarbures aromatiques C _{>16} -C ₂₁	0,0000361	0,0000976	0,0000361
Hydrocarbures aromatiques C _{>21} -C ₃₅	0,0000000757	0,000000205	0,0000000757
Phénanthrène	0,0000000151	0,0000000408	0,0000000151
Fluoranthène	0,00000000480	0,00000001299	0,00000000480
Pyrène	0,00000000308	0,00000000832	0,00000000308
Benzo(a)anthracène	0,000000000726	0,00000000196	0,000000000726
Chrysène	0,000000000413	0,000000001117	0,000000000413
Benzo(b)fluoranthène	0,000000000393	0,00000001063	0,000000000393
Benzo(k)fluoranthène	0,000000000578	0,000000000156	0,000000000578
Benzo(a)pyrène	0,000000000563	0,000000000152	0,000000000563
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,0000000000534	0,0000000000144	0,0000000000534
Dibenzo(a,h)anthracène	0,0000000000144	0,0000000000388	0,0000000000144
Benzo(g,h,i)pérylène	0,0000000000146	0,0000000000395	0,0000000000146
Mercure	0,000000000114	0,000000000307	0,000000000114

Doses Journalières d'Exposition et Concentrations d'Exposition			
ENFANT	Inhalation		Apport total enfant
	forme gazeuse		
	DJEinh (mg/kg/j)	CEinh (mg/m³)	Total enfant
BUREAUX			
Xylènes totaux	0,00000300	0,00000433	0,00000300
Hydrocarbures aliphatiques C _{>10} -C ₁₂	0,0000353	0,0000511	0,0000353
Hydrocarbures aliphatiques C _{>12} -C ₁₆	0,000277	0,000401	0,000277
Hydrocarbures aliphatiques C _{>16} -C ₃₅	0,00000562	0,00000812	0,00000562
Hydrocarbures aromatiques C _{>10} -C ₁₂	0,000001269	0,00000184	0,000001269
Hydrocarbures aromatiques C _{>12} -C ₁₆	0,00000172	0,00000249	0,00000172
Hydrocarbures aromatiques C _{>16} -C ₂₁	0,00000149	0,00000216	0,00000149
Hydrocarbures aromatiques C _{>21} -C ₃₅	0,00000000366	0,00000000529	0,00000000366
Phénanthrène	0,000000000574	0,000000000830	0,000000000574
Fluoranthène	0,000000000194	0,000000000280	0,000000000194
Pyrène	0,0000000001285	0,000000000186	0,0000000001285
Benzo(a)anthracène	0,0000000000327	0,0000000000473	0,0000000000327
Chrysène	0,0000000000218	0,0000000000315	0,0000000000218
Benzo(b)fluoranthène	0,0000000001321	0,000000000191	0,0000000001321
Benzo(k)fluoranthène	0,0000000000305	0,0000000000441	0,0000000000305
Benzo(a)pyrène	0,0000000000297	0,0000000000429	0,0000000000297
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,00000000000282	0,00000000000407	0,00000000000282
Dibenzo(a,h)anthracène	0,000000000000758	0,000000000001096	0,000000000000758
Benzo(g,h,i)pérylène	0,000000000000771	0,000000000001115	0,000000000000771
Mercure	0,00000000000599	0,00000000000866	0,00000000000599

ANNEXE 4.6

Données sur la toxicité des substances sélectionnées

1. - Classification cancérogène des substances

Le tableau suivant présente les classifications du pouvoir cancérogène des substances concernées parmi celles sélectionnées :

Substance	ORGANISME		
	Union Européenne	IARC	US EPA
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques			
• Phénanthrène	Non classifié	Groupe 3	Classe D
• Fluoranthène			
• Pyrène			
• Benzo(a)anthracène	Catégorie 2	Groupe 2B	Groupe B2
• Chrysène			
• Benzo(b)fluoranthène	Non classifié		
• Benzo(k)fluoranthène	Catégorie 2	Groupe 1	
• Benzo(a)pyrène			
• Indéno(1,2,3-cd)pyrène	Non classifié	Groupe 2B	
• Dibenzo(a,h)anthracène	Catégorie 2	Groupe 2A	
• Benzo(g,h,i)pérylène	Non classifié	Groupe 3	Classe D

IARC : International Agency for Research on Cancer

US EPA : United States Environmental Protection Agency

Union Européenne :

Catégorie 1 : « substances que l'on sait cancérogènes pour l'Homme »

Catégorie 2 : « substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'Homme »

Catégorie 3 : « substances préoccupantes pour l'Homme en raison d'effets cancérogènes possibles »

IARC :

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 »

Groupe 2B : « l'agent (ou le mélange) pourrait être cancérogène pour l'Homme »

Groupe 3 : « l'agent (le mélange ou les circonstances d'exposition) ne peut pas être classé quant à sa cancérogénicité pour l'Homme »

US EPA :

Classe A : « substance cancérogène pour l'Homme »

Classe B : « substance cancérogène probable pour l'Homme »

Groupe B1 : « substance probablement cancérogène pour l'Homme »

Groupe B2 : « substance potentiellement cancérogène pour l'Homme »

Classe C : « la substance est un cancérogène possible pour l'Homme »

Classe D : « substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme »

2. - Valeurs Toxicologiques de Références (VTR) sélectionnées pour les risques chroniques

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont élaborées par les différents organismes selon le schéma général de construction suivant :

➤ pour les effets toxiques à seuil :

1. détermination de l'effet critique,
2. détermination d'une dose critique (NOAEL, LOAEL, BMD...) à partir des données observées (études épidémiologiques chez l'Homme ou études toxicologiques chez l'animal),
3. détermination, si nécessaire, d'une dose critique applicable à l'Homme à l'aide d'un ajustement allométrique. Cet ajustement n'est clairement appliqué que pour la voie respiratoire,
4. utilisation de facteurs d'incertitude pour obtenir un niveau d'exposition de sécurité applicable à l'Homme.

➤ pour les effets toxiques sans seuil (cancérogènes, génotoxiques, mutagènes) :

1. détermination d'un équivalent de dose pour l'Homme,
2. modélisation des données expérimentales,
3. extrapolation vers le domaine des faibles doses, associé au domaine des faibles risques. Celle-ci est soit directement réalisée à partir de la courbe résultant de la modélisation ci-dessus, soit réalisée graphiquement par extrapolation linéaire jusqu'à l'origine. Il faut noter que certaines agences ou organismes qualifiés n'effectuent pas systématiquement toutes ces étapes.

Les valeurs toxicologiques (DJT, CT, ERU et ERUI), issues de la bibliographie existante, considérées dans la présente étude pour chaque substance polluante ont été sélectionnées selon les critères suivants :

1. choix prioritaire des données toxicologiques issues d'études chez l'Homme (études épidémiologiques, études d'exposition professionnelles...),
2. bonne adéquation des durées et voies d'exposition des études toxicologiques (d'où sont issues les valeurs) avec les durées et voies d'exposition des scénarios de la présente étude,
3. choix préférentiel des bases de données les mieux renseignées et des valeurs toxicologiques les plus récentes (réactualisées récemment et/ou issues d'études récentes).

L'ensemble des valeurs sélectionnées est regroupé au sein des tableaux en pages suivantes.

Substances (I/2)	Nature du danger	Valeur toxicologique chimique			Espèce	Critère / Facteur de sécurité	Organisme	Justification du choix de la VTR
		Valeurs d'exposition	Organe(s) cible(s)	Valeur				
Hydrocarbures								
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	NC	Inhalation	Systèmes hépatique et circulatoire	1,0 mg.m ⁻³	rat	NOAEL / 1000	TPHCWG 1997 Les valeurs toxicologiques de référence sélectionnées pour les coupes d'hydrocarbures totaux concernant l'ingestion et l'inhalation sont celles du TPHCWG, seules valeurs disponibles dans la littérature.	
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	NC	Inhalation	Systèmes hépatique et circulatoire	1,0 mg.m ⁻³	rat	NOAEL / 1000		
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₂₈	NC	Inhalation	Système hépatique	Non disponible	-	-		
Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	NC	Inhalation	Diminution du poids corporel	0,2 mg.m ⁻³	Estimation à partir des valeurs de l'isopropylbenzène et des HAP non cancérogènes			
Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	NC	Inhalation	Diminution du poids corporel	0,2 mg.m ⁻³				
Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁	NC	Inhalation	Système rénal	Non disponible	-	-		
Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₂₈	NC	Inhalation	Système rénal	Non disponible	-	-		
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques								
Approche générale concernant l'évaluation des risques sanitaires cancérigènes pour cette famille : application d'un facteur d'équivalence toxique - FEI La démarche adoptée pour cette famille de substances consiste à attribuer à chaque composé un coefficient de pondération appelé facteur d'équivalence toxique (FEI) par référence à un composé de référence en considérant qu'il n'existe pas d'interactions antagonistes ou synergiques entre les composés et que chaque composé agit selon le même mécanisme d'action toxique. Cette démarche permet de déterminer le potentiel toxique cancérigène de chaque composé par rapport au potentiel toxique cancérigène du B(a)P par application des facteurs d'équivalence de toxicité proposés par Nisbet et LaGoy (1992)								
Benzo(a)anthracène	C, M	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg.m ⁻³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992	actualisation de la base de données
Benzo(a)pyrène	C, M	Inhalation	Système respiratoire	1,1 [mg.m ⁻³] ⁻¹	hamster	1	OEHA 2002	VTR de l'OMS non retenue car définie pour un profil de mélange de HAP spécifique et rarement identifié ainsi sur les sites
Benzo(b)fluoranthène	C	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg.m ⁻³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992	seules VTR disponibles

NC : non cancérigène

C : cancérigène

M : Mutagène

NOAEL : Non Observed Adverse Effect Level

LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level

ERU : Excès de Risque Unitaire par ingestion

ERUI : Excès de Risque Unitaire par inhalation

TEQ : Equivalent de toxicité (HAP)

% abs : pourcentage d'absorption de la substance dans l'organisme

nd : non décrit dans la base de données

BMD₀₁ (BMD₀₁) : Benchmark Dose (L : Level) (Concentration) pour 10% d'augmentation de l'effet

IRIS : Integrated Risk Information of Substances (U.S. - EPA)

UBA : Umweltbundesamt (Deutschland / Germany)

OEIHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ATSDR : Agency for toxic substances and disease registry

RIVM : Institut de l'Environnement et de la Santé Publique Néerlandais

TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group

Substance (2/2)	Nature du danger	Valeur toxicologique chronique			Espèce	Critère / Facteur de sécurité	Organisme	Justification du choix de la VTR	
		Voie d'exposition	Organe(s) ciblé(s)	Valeur					
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (suite)									
Benzo(g,h,i)pyrène	NC	Ingestion	Système rénal	0,03 mg/kg/j	TPH (16-35)	RIVM 2000	seules VTR disponibles		
	C	Inhalation	Système rénal	0,011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP Nisbet et LaGov. 1992			
Benzo(k)fluoranthène	C,M	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP Nisbet et LaGov. 1992			
	C,M	Inhalation	Système respiratoire	0,011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP Nisbet et LaGov. 1992			
Dibenzo(a,h)anthracène	C,M	Inhalation	Système respiratoire	1,1 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP Nisbet et LaGov. 1992			
Fluoranthène	NC	Ingestion	Système neurologique, hépatique, rénal, circulatoire et poids corporel	0,04 mg/kg/j	souris	NOAEL / 3000 IRIS 1993	chronique > subchronique choix de la valeur la plus conservatrice		
	C	Inhalation	Système neurologique, hépatique, rénal, circulatoire et poids corporel	0,0011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP Nisbet et LaGov. 1992			
Indène(1,2,3-cd)pyrène	C,M	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP Nisbet et LaGov. 1992	seules VTR disponibles		
	NC	Ingestion	Diminution du poids corporel	0,04 mg/kg/j	TPH (9-16)	RIVM 2000			
Phénanthrène	C	Inhalation	Diminution du poids corporel	0,0011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP Nisbet et LaGov. 1992			
	NC	Ingestion	Système rénal	0,03 mg/kg/j	souris	NOAEL / 3000 IRIS 1993			
Pyrène	C	Inhalation	Système rénal	0,0011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP Nisbet et LaGov. 1992			
Hydrocarbures Monoaromatiques									
Xylènes totaux	NC	Inhalation	Développement fœtal, systèmes neurologique et respiratoire	0,22 mg/m ³	homme	LOAEL / 300	ATSDR 2005	étude sur l'homme > études animales actualisation de la base de données prise en compte d'un facteur de sécurité supplémentaire par rapport à l'OEHA	
Éléments Traces Métalliques (ETM)									
Mercure	NC	Inhalation	Systèmes neurologique et rénal, développement fœtal	0,0003 mg/m ³	homme	LOAEL / 30	IRIS 1993	VTR basée sur plusieurs études épidémiologiques et résulte d'une médiane entre 3 LOAEL. Les autres valeurs n'ont pas été retenues car celles de l'ATSDR, l'UBA et du RIVM sont basées sur une seule étude épidémiologique, celle de l'OMS n'est pas suffisamment renseignée et celle de l'OEHA se base sur les mêmes études que celle de l'USEPA, mais en retenant un seul LOAEL.	

NC : non cancérigène

C : cancérigène

M : Mutagène

NOAEL : Non Observed Adverse Effect Level

LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level

ERU : Excès de Risque Unitaire par ingestion

TEQ : Excès de Risque Unitaire par inhalation

% abs : pourcentage d'absorption de la substance dans l'organisme

nd : non décrit dans la base de données

BMD₁₀ (BMC₁₀) : Benchmark Dose (L : Level) (Concentration) pour 10% d'augmentation de l'effet

IRIS : Integrated Risk Informations of Substances (U.S. - EPA)

UBA : Umweltbundesamt (Deutschland / Germany)

OEHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ATSDR : Agency for toxic substances and disease registry

RIVM : Institut de l'Environnement et de la Santé Publique Néerlandais

TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group

L'ensemble des VTR disponibles dans la littérature pour les substances sélectionnées est regroupé dans les tableaux suivants (en gras les valeurs retenues) :

LISTE DES VTR DISPONIBLES DANS LA LITTÉRATURE							
Substance (1/2)	Nature du danger	Valeur toxicologique chronique			Espèce	Critère / Facteur de sécurité	Organisme
		Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)	Valeur			
Hydrocarbures							
Hydrocarbures aliphatiques C>10-C12 et C>12-C16	NC	Inhalation	Systèmes hépatique et circulatoire	1,0 mg/m ³	rat	NOAEL / 1000	TPHCWG 1997
Hydrocarbures aliphatiques C>16-C21 et C>21-C35	NC	Inhalation	Système hépatique	Non disponible	-	-	TPHCWG 1997
Hydrocarbures aromatiques C>10-C12 et C>12-C16	NC	Inhalation	Diminution du poids corporel	0,2 mg/m ³	Estimation à partir des valeurs de l'isopropylbenzène et des HAP non cancérigènes		TPHCWG 1997
Hydrocarbures aromatiques C>16-C21 et C>21-C35	NC	Inhalation	Système rénal	Non disponible	-	-	TPHCWG 1997
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques							
Benzo(a) anthracène	C	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Benzo(a)pyrène	C	Inhalation	Système respiratoire	87 [mg/m ³] ⁻¹	homme	-	OMS 2000
				1,1 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	-	OEHHA 2009
				71 [mg/m ³] ⁻¹	-	-	UBA 1999
Benzo(b) fluoranthène	C	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Benzo(g,h,i) pérylène	NC	Ingestion	Système rénal	0,03 mg/kg/j		IPH (16-35)	RIVM 2000
	C	Inhalation		0,011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Benzo(k) fluoranthène	C	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Chrysène	C	Inhalation	Système respiratoire	0,011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Dibenzo(a,h) anthracène	C	Inhalation	Système respiratoire	1,1 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992

NC : non cancérigène

C : cancérigène

M : Mutagène

NOAEL : Non Observed Adverse Effect Level

LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level

ERU : Excès de Risque Unitaire par ingestion

ERUi : Excès de Risque Unitaire par inhalation

TEQ : Equivalent de toxicité (HAP)

% abs : pourcentage d'absorption de la substance dans l'organisme

nd : non décrit dans la base de données

BMD₁₀ (BMC₁₀) : Benchmark Dose (L : Level) (Concentration) pour 10% d'augmentation de l'effet

IRIS : Integrated Risk Informations of Substances (U.S. - EPA)

UBA : Umweltbundesamt (Deutschland / Germany)

OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ATSDR : Agency for toxic substances and disease registry

RIVM : Institut de l'Environnement et de la Santé Publique Néerlandais

TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group

LISTE DES VTR DISPONIBLES DANS LA LITTÉRATURE							
Substance (2/2)	Nature du danger	Valeur toxicologique chronique			Espèce	Critère / Facteur de sécurité	Organisme
		Voie d'exposition	Organe(s) cible(s)	Valeur			
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (suite)							
Benzo(k) fluoranthène	C	Inhalation	Système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Chrysène	C	Inhalation	Système respiratoire	0,011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Dibenzo(a,h) anthracène	C	Inhalation	Système respiratoire	1,1 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Fluoranthène	NC	Ingestion	Système neurologique, hépatique, rénal, circulatoire et poids corporel	0,04 mg/kg/j	souris	NOAEL / 3000	IRIS 1993
				0,4 mg/kg/j (intermédiaire)	souris	LOAEL / 300	ATSDR 1995
				0,1 mg/kg/j	souris	NOAEL / 1000	UBA 1995
	C	Inhalation		0,0011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	C	Inhalation	système respiratoire	0,11 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Phénanthrène	NC	Ingestion	Diminution du poids corporel	0,04 mg/kg/j	TPH (9-16)		RIVM 2000
	C	Inhalation		0,0011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Pyrène	NC	Ingestion	Système rénal	0,03 mg/kg/j	souris	NOAEL / 3000	IRIS 1993
	C	Inhalation		0,0011 [mg/m ³] ⁻¹	hamster	TEQ / BaP	Nisbet et LaGoy, 1992
Hydrocarbures Monoaromatiques							
Xylènes totaux	NC	Inhalation	Développement fœtal, système neurologique et respiratoire	0,22 mg/m ³	homme	LOAEL / 300	ATSDR 2007
				0,1 mg/m ³	rat	NOAEL / 300	IRIS 2003
				valeur prise en compte 0,15 mg/kg/j	dérivée de la valeur par voie orale		UBA 2001
				valeur de la BD 0,2 mg/kg/j (0,15 / 65%)			
				0,7 mg/m ³	homme	LOAEL / 30	OEHA 2003
				0,87 mg/m ³	rat	LOAEL / 1000	RIVM 1999
				0,18 mg/m ³	rat	LOEL / 1000	Health Canada 1991
Eléments Traces Métalliques (ETM)							
Mercure élémentaire et inorganique	NC	Inhalation	Système neurologique, rénal et développement fœtal	0,0003 mg/m ³	Homme (x20m ³ /10m ³)	LOAEL / 30	IRIS 1995
				0,00003 mg/kg/j (80 % abs.)	homme	LOAEL / 50	UBA 1999
				0,0002 mg/m ³	homme	LOAEL / 30	ATSDR 2001
				0,001 mg/m ³	homme	LOAEL / 20	OMS 2000
				0,0002 mg/m ³	homme	LOAEL / 30	RIVM 2001
				0,00009 mg/m ³	homme	LOAEL / 100	OEHA 2003

NC : non cancérigène

C : cancérigène

M : Mutagène

NOAEL : Non Observed Adverse Effect Level

LOAEL : Low Observed Adverse Effect Level

ERU : Excès de Risque Unitaire par ingestion

ERUI : Excès de Risque Unitaire par inhalation

TEQ : Equivalent de toxicité (HAP)

% abs : pourcentage d'absorption de la substance dans l'organisme

nd : non décrit dans la base de données

BMD₁₀ (BMC₁₀) : Benchmark Dose (L : Level) (Concentration) pour 10% d'augmentation de l'effet

IRIS : Integrated Risk Information of Substances (U.S. - EPA)

UBA : Umweltbundesamt (Deutschland / Germany)

OEHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ATSDR : Agency for toxic substances and disease registry

RIVM : Institut de l'Environnement et de la Santé Publique Néerlandais

TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group

Pour les HAP cancérigènes ne possédant pas de valeur toxicologique propre, les équivalents de toxicité par rapport au benzo(a)pyrène ont été utilisés et sont décrits dans le tableau suivant :

Substance	VTR cancérigènes après application des FET		
	FET (INERIS - Nisbet et LaGoy, 1992)	VTR cancérigènes	
		ingestion (mg/kg) ⁻¹	inhalation (mg/m ³) ⁻¹
Phénanthrène	0,001	0,0002	0,0011
Fluoranthène	0,001	0,0002	0,0011
Pyrène	0,001	0,0002	0,0011
Benzo(a)anthracène	0,1	0,02	0,11
Chrysène	0,01	0,002	0,011
Benzo(b)fluoranthène	0,1	0,02	0,11
Benzo(k)fluoranthène	0,1	0,02	0,11
Benzo(a)pyrène	1	0,2	1,1
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,1	0,02	0,11
Dibenzo(a,h)anthracène	1	0,2	1,1
Benzo(g,h,i)pérylène	0,01	0,002	0,011

ANNEXE 4.7

***Présentation des risques sanitaires (QD et ERI) calculés
par voie d'exposition***

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES CANCEROGENES	ERI par inhalation		ERI total
	forme gazeuse		
	ERI-inh		
ADULTE			
DECHETTERIE			
Xylènes totaux			
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₂ -C ₁₆			
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₅			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₂ -C ₁₆			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₆ -C ₂₁			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₅			
Phénanthrène	1,03E-11		1,03E-11
Fluoranthène	3,38E-12		3,38E-12
Pyrène	2,20E-12		2,20E-12
Benzo(a)anthracène	5,41E-11		5,41E-11
Chrysène	3,35E-12		3,35E-12
Benzo(b)fluoranthène	2,53E-10		2,53E-10
Benzo(k)fluoranthène	4,33E-12		4,33E-12
Benzo(a)pyrène	4,21E-11		4,21E-11
Indénof(1,2,3-cd)pyrène	4,00E-13		4,00E-13
Dibenzo(a,h)anthracène	1,08E-12		1,08E-12
Benzo(g,h,i)pyrène	1,09E-13		1,09E-13
Mercuré			

RISQUES PAR VOIE			ERI total
RISQUES CANCEROGENES	ERI par inhalation		
	forme gazeuse	ERI-inh	
ENFANT	DECHETTERIE		
Xylènes totaux			
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₂ -C ₁₆			
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₅			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₂ -C ₁₆			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₁			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₅			
Phénanthrène	5.37E-14		5.37E-14
Fluoranthène	1.86E-14		1.86E-14
Pyrène	1.25E-14		1.25E-14
Benzo(a)anthracène	3.30E-13		3.30E-12
Chrysène	2.32E-14		2.32E-13
Benzo(b)fluoranthène	1.15E-12		1.15E-12
Benzo(k)fluoranthène	3.12E-14		3.12E-13
Benzo(a)pyrène	3.04E-13		3.04E-12
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2.88E-15		2.88E-14
Dibenzo(a,h)anthracène	7.75E-15		7.75E-14
Benzo(g,h,i)épérylène	7.89E-16		7.89E-16
Mercuré			

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES NON CANCEROGENES	QD par inhalation		QD total
	forme gazeuse		
	QD-inh		
DECHETTERIE			
Xylènes totaux			0.000630
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			0.00156
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₂ -C ₁₆			0.0122
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₅			0.000577
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			0.000280
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₂ -C ₁₆			0.000379
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₁			0.00102
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₅			0.00000231
Phénanthrène			0.000000306
Fluoranthène			0.0000001000
Pyrène			0.0000000869
Benzo(a)anthracène			
Chrysène			
Benzo(b)fluoranthène			
Benzo(k)fluoranthène			
Benzo(a)pyrène			
Indène(1,2,3-cd)pyrène			
Dibenzo(a,h)anthracène			
Benzo(g,h,i)épérylène			0.000000000432
Mercure			0.000000721

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES CANCEROGENES	QD par inhalation		QD total
	forme gazeuse	QD-inh	
ENFANT			
DECHETTERIE			
Xylènes totaux	0.0000134		0.0000134
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂	0.0000363		0.0000363
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₂ -C ₁₆	0.000285		0.000285
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₅	0.00000200		0.00000200
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂	0.00000652		0.00000652
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₂ -C ₁₆	0.00000884		0.00000884
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₁	0.0000355		0.0000355
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₆ -C ₃₅	0.000000927		0.000000927
Phénanthrène	0.00000000985		0.00000000985
Fluoranthène	0.00000000341		0.00000000341
Pyrène	0.00000000307		0.00000000307
Benzo(a)anthracène			
Chrysène			
Benzo(b)fluoranthène			
Benzo(k)fluoranthène			
Benzo(a)pyrène			
Indénol(1,2,3-cd)pyrène			
Dibenzo(a,h)anthracène			
Benzo(g,h,i)épérylène	0.0000000000193		0.0000000000193
Mercur	0.00000000216		0.00000000216

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES CANCEROGENES	ERI par inhalation		ERI total
	ADULTE	forme gazeuse	
		ERI-inh	
CRECHE			
Fluoranthène		9,78E-13	
Pyrène		6,38E-13	6,38E-13
Benzo(a)anthracène		1,36E-11	1,36E-11
Chrysène		8,42E-13	8,42E-13
Benzo(b)fluoranthène		7,45E-11	7,45E-11
Benzo(k)fluoranthène		1,30E-12	1,30E-12
Mercure			-

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES NON CANCEROGENES	QD par Inhalation		QD total
	forme gazeuse		
	QD-inh		
	ADULTE		
CRECHE			
Fluoranthène	0,00000000230		0,00000000230
Pyène	0,00000000200		0,00000000200
Benzo(a)anthracène			
Chrysène			
Benzo(b)fluoranthène			
Benzo(k)fluoranthène			
Mercure	0,0000000931		0,0000000931

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES CANCEROGENES	ERI par inhalation		ERI total
	ENFANT	forme gazeuse	
		ERI-inh	
CRECHE			
Fluoranthène		1,54E-13	
Pyrène		1,01E-13	1,01E-13
Benzo(a)anthracène		2,15E-12	2,15E-11
Chrysène		1,35E-13	1,35E-12
Benzo(b)fluoranthène		1,16E-11	1,16E-11
Benzo(k)fluoranthène		2,08E-13	2,08E-12
Mercure			-

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES CANCEROGENES	QD par inhalation		QD total
	forme gazeuse		
	QD-inh		
	ENFANT		
CRECHE			
Fluoranthène	0,0000000564		0,0000000564
Pyrène	0,0000000492		0,0000000492
Benzo(a)anthracène			
Chrysène			
Benzo(b)fluoranthène			
Benzo(k)fluoranthène			
Mercure	0,00000124		0,00000124

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES CANCEROGENES	ERI par inhalation		ERI total
	forme gazeuse	ERI-inh	
ADULTE	BUREAUX		
Xylènes totaux			
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂₋₁₆ -C ₁₆			
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆₋₁₈ -C ₃₅			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			
Hydrocarbures aromatiques C ₁₂₋₁₆ -C ₁₆			
Hydrocarbures aromatiques C ₁₆₋₁₈ -C ₃₁			
Hydrocarbures aromatiques C ₂₁₋₃₅			
Phénanthrène	1,60E-11		1,60E-11
Fluoranthène	5,10E-12		5,10E-12
Pyrène	3,27E-12		3,27E-12
Benzo(a)anthracène	7,71E-11		7,71E-11
Chrysène	4,39E-12		4,39E-12
Benzo(b)fluoranthène	4,18E-10		4,18E-10
Benzo(k)fluoranthène	6,14E-12		6,14E-12
Benzo(a)pyrène	5,98E-11		5,98E-11
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	5,68E-13		5,68E-13
Dibenzo(a,h)anthracène	1,53E-12		1,53E-12
Benzo(g,h,i)peryène	1,55E-13		1,55E-13
Mercure			

RISQUES PAR VOIE			ERI total
RISQUES CANCEROGENES	ERI par inhalation		
	forme gazeuse	ERI-inh	
ENFANT			
BUREAUX			
Xylènes totaux			
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂₋₁₆ -C ₁₆			
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆₋₁₈ -C ₃₅			
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂			
Hydrocarbures aromatiques C ₁₂₋₁₆ -C ₁₆			
Hydrocarbures aromatiques C ₁₆₋₁₈ -C ₃₁			
Hydrocarbures aromatiques C ₂₁₋₃₅			
Phénanthrène			7,83E-14
Fluoranthène			2,64E-14
Pyrène			1,75E-14
Benzo(a)anthracène			4,46E-13
Chrysène			2,97E-14
Benzo(b)fluoranthène			1,80E-12
Benzo(k)fluoranthène			4,16E-14
Benzo(a)pyrène			4,05E-13
Indénot(1,2,3-cd)pyrène			3,84E-15
Dibenzo(a,h)anthracène			1,03E-14
Benzo(g,h,i)peryène			1,05E-15
Mercure			

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES NON CANCEROGENES	QD par inhalation		QD total
	forme gazeuse	QD-inh	
ADULTE	BUREAUX		
Xylènes totaux	0,000983		0,000983
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂	0,00233		0,00233
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂₋₁₆ -C ₁₆	0,0183		0,0183
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆₋₁₈ -C ₃₅	0,0000686		0,0000686
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂	0,000419		0,000419
Hydrocarbures aromatiques C ₁₂₋₁₆ -C ₁₆	0,000567		0,000567
Hydrocarbures aromatiques C ₁₆₋₁₈ -C ₃₁	0,00120		0,00120
Hydrocarbures aromatiques C ₂₁₋₃₅	0,00000252		0,00000252
Phénanthrène	0,000000377		0,000000377
Fluoranthène	0,0000001201		0,0000001201
Pyrène	0,0000001025		0,0000001025
Benzo(a)anthracène			
Chrysène			
Benzo(b)fluoranthène			
Benzo(k)fluoranthène			
Benzo(a)pyrène			
Indéno(1,2,3-cd)pyrène			
Dibenzo(a,h)anthracène			
Benzo(g,h,i)peryène			
Mercure	0,000000000487		0,000000000487
	0,000001023		0,000001023

RISQUES PAR VOIE			
RISQUES CANCEROGENES	QD par inhalation		QD total
	forme gazeuse	QD-inh	
ENFANT	BUREAUX		
Xylènes totaux	0,0000197		0,0000197
Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂	0,0000511		0,0000511
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂₋₁₆ -C ₁₆	0,000401		0,000401
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆₋₁₈ -C ₃₅	0,00000281		0,00000281
Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂	0,00000918		0,00000918
Hydrocarbures aromatiques C ₁₂₋₁₆ -C ₁₆	0,00001243		0,00001243
Hydrocarbures aromatiques C ₁₆₋₁₈ -C ₃₁	0,0000497		0,0000497
Hydrocarbures aromatiques C ₂₁₋₃₅	0,0000001220		0,0000001220
Phénanthrène	0,00000001436		0,00000001436
Fluoranthène	0,00000000484		0,00000000484
Pyrène	0,00000000428		0,00000000428
Benzo(a)anthracène			
Chrysène			
Benzo(b)fluoranthène			
Benzo(k)fluoranthène			
Benzo(a)pyrène			
Indéno(1,2,3-cd)pyrène			
Dibenzo(a,h)anthracène			
Benzo(g,h,i)perénylène			
Mercure	0,0000000000257		0,00000000000257
	0,0000000289		0,0000000289

ANNEXE 4.8

Résultats des calculs d'incertitudes dans la quantification des risques sanitaires

Résultats de la prise en compte des incertitudes dans le calcul de la quantification des risques sanitaires

1. - Incertitudes liées à la toxicité des substances

Les incertitudes sur la toxicité des substances ont été quantifiées en utilisant d'autres valeurs toxicologiques disponibles dans la littérature, l'ensemble des valeurs toxicologiques disponibles dans la littérature étant synthétisé en annexe 4.5.

Au regard de ces éléments, une quantification des incertitudes est réalisée en utilisant des valeurs toxicologiques majorantes et minorantes par rapport à celles utilisées dans l'étude.

2. - Incertitudes liées au volume respiratoire

Dans l'évaluation initiale, les volumes respiratoires pour les adultes et les enfants ont été calculés à partir des données de CIBLEX (ICRP 1994 Commission Internationale de Protection Radiologique, CIBLEX 2003) récapitulées dans le tableau suivant. Dans l'étude des incertitudes, les volumes respiratoires ont été calculés à partir des données de l'ALMBL (base de données allemande, 1995). Toutes ces valeurs sont présentées dans le tableau suivant :

Scénario	Volume respiratoire quotidien (m³/j)			
	Etude initiale CIBLEX		Etude des incertitudes ALMBL	
	Adultes	Enfants	Adultes	Enfants
« Déchetterie »	32,3	10,1	91	26,0
« Crèche »	25,7		51	15,2
« Bureaux »				

3.- Incertitudes liées au budget espace temps

Dans l'évaluation initiale, une durée de résidence de 24 ans et une durée de travail de 25 ans ont été prises en compte. Dans la présente étude des incertitudes, les budgets espace-temps détaillés dans le tableau en page suivante ont été retenus.

Scénario	Budgets espaces-temps		
	Cibles	Durées d'exposition des usagers	
		Etude initiale	Etudes des incertitudes
« Déchetterie »	Adultes	25 ans	40 ans
	Enfants	6 ans	
« Crèche »	Adultes	25 ans	40 ans
	Enfants	3 ans	6 ans
« Bureaux »	Adultes	25 ans	40 ans
	Enfants	6 ans	

4. - Incertitudes liées au Carbone Organique Total (COT)

Dans l'évaluation initiale, la fraction de carbone organique de 0,017 correspondant à la valeur moyenne a été retenue. Dans la présente étude des incertitudes, la valeur majorante de 0,012 correspondant à la teneur minimale mesurée a été retenue comme valeur majorante.

L'ensemble des résultats obtenus dans l'étude des incertitudes est détaillé dans le tableau en page suivante.

Rapport HPC-F 4A/2.13.4405 a
Version 0

**-COMMAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC-
Terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)**

4/8
:\Inc0-4A13-4405a0.xls

DECHETTERIE		S : budget espace-temps majorant						d : Valeur de COT majorante					
		ADULTES			ENFANTS			ADULTES			ENFANTS		
		risques non cancérogènes	risques cancérogènes	risques non cancérogènes	risques cancérogènes	risques non cancérogènes	risques cancérogènes	risques non cancérogènes	risques cancérogènes	risques non cancérogènes	risques cancérogènes	risques non cancérogènes	risques cancérogènes
1	Xylènes totaux	0,000630	-	0,0000134	-	0,000879	-	0,0000187	-	0,0000514	-	-	-
2	Hydrocarbures aliphatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂	0,00156	-	0,0000363	-	0,00221	-	0,000285	-	0,0000200	-	-	-
3	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	0,0122	-	0,000285	-	0,000577	-	0,0000923	-	0,0000125	-	-	-
4	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₃₅	0,0000577	-	0,00000200	-	0,000397	-	0,0000503	-	0,000000927	-	-	-
5	Hydrocarbures aromatiques C ₅₋₁₀ -C ₁₂	0,000280	-	0,0000652	-	0,000337	-	0,00000433	-	0,000000483	-	-	-
6	Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	0,000379	-	0,00000884	-	0,000537	-	0,00000123	-	0,0000000435	-	-	-
7	Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₃₁	0,00102	-	0,0000355	-	0,00144	-	0,000000927	-	0,0000000435	-	-	-
8	Hydrocarbures aromatiques C ₃₁ -C ₃₅	0,00000231	-	0,0000000927	-	0,00000231	-	0,0000000927	-	0,0000000927	-	-	-
9	Phénanthrène	0,00000306	1,65E-11	0,00000000985	5,37E-14	0,000000433	1,46E-11	0,0000000140	7,61E-14	0,0000000140	7,61E-14	1,47E-11	4,82E-12
10	Fluoranthène	0,000000100	5,41E-12	0,00000000341	1,86E-14	0,000000142	4,79E-12	0,00000000483	2,63E-14	0,00000000483	2,63E-14	3,14E-12	8,13E-11
11	Pyrène	0,0000000869	3,53E-12	0,00000000307	1,25E-14	0,000000123	3,12E-12	0,00000000435	1,78E-14	0,00000000435	1,78E-14	4,67E-12	5,07E-12
12	Benzo(a)anthracène	-	8,66E-11	-	3,30E-12	8,99E-11	7,67E-11	-	3,28E-13	-	3,28E-13	1,63E-12	6,57E-12
13	Chrysène	-	5,36E-12	-	2,32E-13	5,59E-12	4,75E-12	-	6,13E-12	-	6,13E-12	4,30E-12	6,40E-11
14	Benzo(b)fluoranthène	-	4,06E-10	-	1,15E-12	4,07E-10	3,59E-10	-	5,67E-13	-	5,67E-13	1,10E-13	1,63E-13
15	Benzo(k)fluoranthène	-	6,92E-12	-	3,12E-13	7,23E-12	6,13E-12	-	1,52E-12	-	1,52E-12	0,00000000027	1,56E-13
16	Benzo(a)pyrène	-	6,74E-11	-	3,04E-12	7,04E-11	5,97E-11	-	0,000000000611	-	0,000000000611	0,00000000027	1,56E-13
17	Indeno(1,2,3-cd)pyrène	-	6,40E-13	-	2,88E-14	6,69E-13	5,67E-13	-	0,000000000611	-	0,000000000611	0,00000000027	1,56E-13
18	Dibenzo(a,h)anthracène	-	1,72E-12	-	7,75E-14	1,80E-12	1,52E-12	-	0,000000000611	-	0,000000000611	0,00000000027	1,56E-13
19	Benzo(g,h,i)perylene	0,00000000432	1,75E-13	0,00000000019	7,89E-16	1,76E-13	1,52E-12	-	0,000000000611	-	0,000000000611	0,00000000027	1,56E-13
20	Mercur	0,000000721	-	0,0000000216	-	0,000000721	-	-	-	-	-	-	-
Somme des risques cancérogènes		(lim. : 1,00E-05)	6,00E-10		8,22E-12	6,08E-10	5,31E-10	(lim. : 1,00E-05)	5,31E-10	(lim. : 1,00E-05)	5,31E-10	5,43E-10	
Somme des risques non cancérogènes		(lim. : 1,00)						(lim. : 1,00)		(lim. : 1,00)			
Système neurologique (1+10+20)		0,000630	-	0,0000134	-	0,000880	-	0,000188	-	0,000188	-	-	-
Système hépatique (2+3+4+10)		0,0139	-	0,000323	-	0,0145	-	0,000338	-	0,000338	-	-	-
Système rénal (7+8+10+11+19+20)		0,0102	-	0,0000336	-	0,0144	-	0,000504	-	0,000504	-	-	-
Système circulatoire (2+3+10)		0,0138	-	0,000321	-	0,0145	-	0,000336	-	0,000336	-	-	-
Système respiratoire (1)		0,000630	-	0,0000134	-	0,000879	-	0,000187	-	0,000187	-	-	-
Développement fœtal (1+20)		0,000630	-	-	-	0,000880	-	-	-	-	-	-	-
Diminution du poids corporel (5+6+9+10)		0,000660	-	0,0000134	-	0,000934	-	0,000218	-	0,000218	-	-	-

CRECHE	a : valeurs toxicologiques majeures						b : volumes respiratoires majeurs					
	ADULTES			ENFANTS			ADULTES			ENFANTS		
	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques cancéreux
1	0,0000000230	7,74E-11	1,22E-11	0,0000000564	8,95E-11	9,78E-13	0,0000000466	9,78E-13	0,0000000849	1,54E-13	1,13E-12	1,13E-12
2	0,0000000200	5,05E-11	7,95E-12	0,0000000492	5,84E-11	6,38E-13	0,0000000405	6,38E-13	0,0000000740	1,01E-13	7,39E-13	7,39E-13
3	-	1,07E-09	1,70E-09	-	2,77E-09	1,36E-11	-	1,36E-11	-	2,15E-11	3,50E-11	3,50E-11
4	-	6,66E-12	1,07E-11	-	1,73E-11	8,42E-13	-	8,42E-13	-	1,35E-12	2,19E-12	2,19E-12
5	-	5,89E-09	9,16E-10	-	6,81E-09	7,45E-11	-	7,45E-11	-	1,16E-11	8,61E-11	8,61E-11
6	-	1,03E-11	1,65E-11	-	2,67E-11	1,30E-12	-	1,30E-12	-	2,08E-12	3,38E-12	3,38E-12
7	0,000000310	-	-	0,000000414	-	-	0,000000931	-	0,00000124	-	-	-
Somme des risques cancérogènes	(lim. : 1,00E-05)	7,11E-09	2,66E-09	9,77E-09	9,77E-09	9,18E-11	(lim. : 1,00E-05)	9,18E-11	3,67E-11	1,29E-10	1,29E-10	1,29E-10
Somme des risques non cancérogènes	(lim. : 1,00)	-	-	0,000000420	-	-	0,000000978	-	0,00000133	-	-	-
Système neurologique (1+7)	0,000000313	-	-	0,0000000564	-	-	0,0000000466	-	0,0000000849	-	-	-
Système hépatique (1)	0,0000000230	-	-	0,0000000564	-	-	0,00000102	-	0,00000140	-	-	-
Système rénal (1+2+7)	0,000000315	-	-	0,000000425	-	-	0,0000000466	-	0,0000000849	-	-	-
Système circulatoire (1)	0,0000000230	-	-	0,0000000564	-	-	0,000000931	-	0,0000000849	-	-	-
Développement fœtal (7)	0,000000310	-	-	-	-	-	0,000000931	-	-	-	-	-
Diminution du poids corporel (1)	0,0000000230	-	-	0,0000000564	-	-	0,0000000466	-	0,0000000849	-	-	-

**-COMMAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC -
Terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)**

6/8
:\Inc0-4A13-4405a0.xls

CRECHE	c : budget espace-temps majorant						d : Valeur de COT majorante					
	ADULTES			ENFANTS			ADULTES			ENFANTS		
	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
Somme des risques cancéreux (lim. : 1,00E-05)												
Somme des risques non cancéreux (lim. : 1,00)												
Système neurologique (1+7)												
Système hépatique (1)												
Système rénal (1+2+7)												
Système circulatoire (1)												
Développement fœtal (7)												
Diminution du poids corporel (1)												

**-COMMAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC -
Terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)**

7/8
\\Inc0-4A13-4405a0.xls

BUREAUX	a : valeurs toxicologiques majorantes						b : volumes respiratoires majorants					
	ADULTES			ENFANTS			ADULTES			ENFANTS		
	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	AD + EN risques cancéreux
1	0,00216	-	-	0,0000433	-	-	0,000983	-	-	0,0000197	-	-
2	0,00233	-	-	0,0000511	-	-	0,00233	-	-	0,0000511	-	-
3	0,0183	-	-	0,000401	-	-	0,0183	-	-	0,000401	-	-
4	0,0000686	-	-	0,00000281	-	-	0,000136	-	-	0,00000423	-	-
5	0,000419	-	-	0,00000918	-	-	0,000419	-	-	0,00000918	-	-
6	0,000567	-	-	0,00001243	-	-	0,000567	-	-	0,00001243	-	-
7	0,00120	-	-	0,0000497	-	-	0,00239	-	-	0,0000748	-	-
8	0,00000252	-	-	0,0000001220	-	-	0,00000500	-	-	0,000000184	-	-
9	0,000000377	1,27E-09	6,19E-12	0,00000001436	6,19E-12	1,27E-09	0,000000749	1,60E-11	7,83E-14	0,0000000216	1,61E-11	1,61E-11
10	0,000000120	4,04E-10	2,09E-12	0,00000000484	2,09E-12	4,06E-10	0,0000000238	5,10E-12	2,64E-14	0,00000000728	5,13E-12	5,13E-12
11	0,0000001025	2,58E-10	1,39E-12	0,00000000428	1,39E-12	2,60E-10	0,000000203	3,27E-12	1,75E-14	0,00000000645	3,29E-12	3,29E-12
12	-	6,10E-09	3,53E-10	-	3,53E-10	6,45E-09	-	7,71E-11	4,46E-12	-	8,15E-11	8,15E-11
13	-	3,47E-11	2,35E-12	-	2,35E-12	3,70E-11	-	4,39E-12	2,97E-13	-	4,68E-12	4,68E-12
14	-	3,30E-08	1,42E-10	-	1,42E-10	3,32E-08	-	4,18E-10	1,80E-12	-	4,19E-10	4,19E-10
15	-	4,86E-11	3,29E-12	-	3,29E-12	5,18E-11	-	6,14E-12	4,16E-13	-	6,56E-12	6,56E-12
16	-	4,73E-09	3,20E-10	-	3,20E-10	5,05E-09	-	5,98E-11	4,03E-12	-	6,38E-11	6,38E-11
17	-	4,49E-11	3,04E-12	-	3,04E-12	4,79E-11	-	5,68E-13	3,84E-14	-	6,06E-13	6,06E-13
18	-	1,21E-10	8,17E-12	-	8,17E-12	1,29E-10	-	1,53E-12	1,03E-13	-	1,63E-12	1,63E-12
19	0,000000000487	1,23E-11	8,32E-14	0,000000000026	8,32E-14	1,24E-11	0,00000000097	1,55E-13	1,03E-15	0,00000000039	1,56E-13	1,56E-13
20	0,00000341	-	-	0,00000000962	-	-	0,000001023	-	-	0,0000000289	-	-
21	(lim. : 1,00E-05)	4,61E-08	8,42E-10	(lim. : 1,00)	8,42E-10	4,69E-08	(lim. : 1,00E-05)	5,92E-10	1,13E-11	(lim. : 1,00)	6,03E-10	6,03E-10
22	(lim. : 1,00)	-	-	-	-	-	(lim. : 1,00)	-	-	-	-	-
23	0,00217	-	-	0,0000434	-	-	0,000985	-	-	0,0000197	-	-
24	0,0207	-	-	0,000455	-	-	0,0208	-	-	0,000456	-	-
25	0,00121	-	-	0,0000500	-	-	0,00239	-	-	0,0000751	-	-
26	0,0206	-	-	0,000452	-	-	0,0206	-	-	0,000452	-	-
27	0,00216	-	-	0,0000433	-	-	0,000983	-	-	0,0000197	-	-
28	0,00217	-	-	-	-	-	0,000984	-	-	-	-	-
29	0,000986	-	-	0,0000216	-	-	0,000986	-	-	0,0000216	-	-

**-COMMAUTE D'AGGLOMERATION VERSAILLES GRAND PARC -
Terrain localisé 278 avenue Roland Garros à BUC (78)**

8/8
:\Inc0-4A13-4405a0.xls

BUREAUX	c : budget espace-temps majorant						d : Valeur de COT majorante					
	ADULTES			ENFANTS			ADULTES			ENFANTS		
	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux	risques non cancéreux	risques cancéreux	risques non cancéreux
1	0,000983	-	0,0000197	-	-	0,001373	-	-	0,0000275	-	-	-
2	0,00233	-	0,0000511	-	-	0,00330	-	-	0,0000723	-	-	-
3	0,0183	-	0,000401	-	-	0,0183	-	-	0,000401	-	-	-
4	0,000686	-	0,00000281	-	-	0,000686	-	-	0,00000281	-	-	-
5	0,000419	-	0,00000918	-	-	0,000593	-	-	0,00001298	-	-	-
6	0,000567	-	0,00001243	-	-	0,000802	-	-	0,0000176	-	-	-
7	0,00120	-	0,0000497	-	-	0,00170	-	-	0,0000704	-	-	-
8	0,0000252	-	0,0000001220	-	-	0,0000252	-	-	0,0000001220	-	-	-
9	0,00000377	2,56E-11	0,00000001436	7,83E-14	2,57E-11	0,000000334	2,27E-11	1,11E-13	0,0000000203	1,11E-13	2,28E-11	-
10	0,000000120	8,17E-12	0,00000000484	2,64E-14	8,19E-12	0,000000170	7,23E-12	3,74E-14	0,0000000686	3,74E-14	7,27E-12	-
11	0,0000001025	5,23E-12	0,00000000428	1,75E-14	5,25E-12	0,000000145	4,63E-12	2,48E-14	0,0000000607	2,48E-14	4,65E-12	-
12	-	1,23E-10	-	4,46E-12	1,28E-10	-	1,09E-10	6,32E-12	-	6,32E-12	1,16E-10	-
13	-	7,02E-12	-	2,97E-13	7,32E-12	-	6,22E-12	4,20E-13	-	4,20E-13	6,64E-12	-
14	-	6,68E-10	-	1,80E-12	6,70E-10	-	5,92E-10	2,55E-12	-	2,55E-12	5,94E-10	-
15	-	9,82E-12	-	4,16E-13	1,02E-11	-	8,70E-12	5,89E-13	-	5,89E-13	9,29E-12	-
16	-	9,57E-11	-	4,05E-12	9,97E-11	-	8,47E-11	5,73E-12	-	5,73E-12	9,04E-11	-
17	-	9,08E-13	-	3,84E-14	9,47E-13	-	8,04E-13	5,44E-14	-	5,44E-14	8,58E-13	-
18	-	2,44E-12	-	1,03E-13	2,54E-12	-	2,16E-12	1,46E-13	-	1,46E-13	2,31E-12	-
19	0,000000000487	2,49E-13	0,000000000026	1,05E-15	2,50E-13	0,000000000690	2,20E-13	1,49E-15	0,000000000036	1,49E-15	2,22E-13	-
20	0,0000001023	-	0,0000000289	-	-	0,000001023	-	-	0,0000000289	-	-	-
Somme des risques cancérogènes	(lim. : 1,00E-05)	9,47E-10	-	1,13E-11	9,58E-10	(lim. : 1,00E-05)	8,38E-10	1,60E-11	-	1,60E-11	8,54E-10	-
Somme des risques non cancérogènes	(lim. : 1,00)	-	-	-	-	(lim. : 1,00)	-	-	-	-	-	-
Système neurologique (1+10+20)	0,000984	-	0,0000197	-	-	0,001374	-	-	0,0000275	-	-	-
Système hépatique (2+3+4+10)	0,0207	-	0,000455	-	-	0,0217	-	-	0,000476	-	-	-
Système rénal (7+8+10+11+19+20)	0,00121	-	0,0000499	-	-	0,00171	-	-	0,0000706	-	-	-
Système circulatoire (2+3+10)	0,0206	-	0,000452	-	-	0,0216	-	-	0,000473	-	-	-
Système respiratoire (1)	0,000983	-	0,0000197	-	-	0,001373	-	-	0,0000275	-	-	-
Développement fœtal (1+20)	0,000984	-	-	-	-	0,001374	-	-	-	-	-	-
Diminution du poids corporel (5+6+9+10)	0,000986	-	0,0000216	-	-	0,001395	-	-	0,0000306	-	-	-

ANNEXE 4.9

Tableaux de synthèse des résultats de la prise en compte des incertitudes

a : valeurs toxicologiques majeorantes
b : volume respiratoire majorant
c : budget espace-temps majorant
d : valeur de COT majorante

a : valeurs toxicologiques majorantes
b : volume respiratoire majorant
c : budget espace-temps majorant
d : valeur de COT majorante

a : valeurs toxicologiques majeures
b : volume respiratoire majorant
c : budget espace-temps majorant
d : valeur de COT majorante

a : valeurs toxicologiques majorantes
b : volume respiratoire majorant
c : budget espace-temps majorant
d : valeur de COT majorante

CIBLE : ADULTES		RISQUES NON CANCEROGENES			RISQUES CANCEROGENES		
SCENARIO : BUREAUX		mojen	maximum		mojen	maximum	
1	Xylènes totaux	0,000983	0,00216	a			
2	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,00233	0,00330	d			
3	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₃ -C ₁₆	0,0183	0,0183	a			
4	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₁₈	0,000686	0,000136	b			
5	Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,000419	0,000593	d			
6	Hydrocarbures aromatiques C ₁₃ -C ₁₅	0,000567	0,000802	d			
7	Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁	0,00120	0,00239	b			
8	Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₃₅	0,00000252	0,00000290	b			
9	Phénaanthrène	0,00000377	0,00000749	b	1,60E+11	1,27E+09	a
10	Fluoranthène	0,00000120	0,00000238	b	5,10E+12	4,04E+10	a
11	Pyrène	0,00000103	0,00000203	b	3,27E+12	2,58E+10	a
12	Benzo(a)anthracène				7,71E+11	6,10E+09	a
13	Chrysène				4,39E+12	3,47E+11	a
14	Benzo(b)fluoranthène				4,18E+10	3,30E+08	a
15	Benzo(k)fluoranthène				6,14E+12	4,86E+11	a
16	Benzo(a)pyrène				5,98E+11	4,73E+09	a
17	Indéno(1,2,3-cd)pyrène				5,68E+13	4,49E+11	a
18	Dibenzo(a,h)anthracène				1,53E+12	1,21E+10	a
19	Benzo(g,h,i)perylene	0,00000000487	0,00000000947	b	1,55E+13	1,23E+11	a
20	Mercuré	0,00000102	0,00000341	a			
Somme des risques cancérogènes		(lim : 1,00E-05)					
Somme des risques non cancérogènes							
Système neurologique (1+10+20)		0,000984	0,00217	a			
Système hépatique (2+3+4+10)		0,0207	0,0217	d			
Système rénal (7+8+10+11+19+20)		0,00121	0,00239	b			
Système circulatoire (2+3+10)		0,0206	0,0216	d			
Système respiratoire (1)		0,000943	0,00216	a			
Développement fœtal (1+20)		0,000984	0,00217	a			
Diminution du poids corporel (3+6+9+10)		0,000986	0,00140	d			

a : valeurs toxicologiques majeures
b : volume respiratoire majorant
c : budget espace-temps majorant
d : valeur de COT majorante

CIBLE : ENFANTS		RISQUES NON CANCEROGENES			RISQUES CANCEROGENES		
SCENARIO : BUREAUX		mojen	maximum		mojen	maximum	
1	Xylènes totaux	0,0000197	0,0000433	a			
2	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,0000511	0,0000723	d			
3	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₃ -C ₁₆	0,000401	0,000401	a			
4	Hydrocarbures aliphatiques C ₁₆ -C ₁₈	0,00000281	0,00000423	b			
5	Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	0,00000918	0,0000130	d			
6	Hydrocarbures aromatiques C ₁₃ -C ₁₅	0,0000124	0,0000176	d			
7	Hydrocarbures aromatiques C ₁₆ -C ₂₁	0,0000497	0,0000748	b			
8	Hydrocarbures aromatiques C ₂₁ -C ₃₅	0,00000122	0,00000184	b			
9	Phénaanthrène	0,000000144	0,000000216	b	7,83E+14	6,19E+12	a
10	Fluoranthène	0,00000000444	0,00000000728	b	2,64E+14	2,09E+12	a
11	Pyrène	0,00000000428	0,00000000645	b	1,58E+14	1,39E+12	a
12	Benzo(a)anthracène				4,46E+12	5,53E+10	a
13	Chrysène				2,97E+13	2,58E+12	a
14	Benzo(b)fluoranthène				1,80E+12	1,42E+10	a
15	Benzo(k)fluoranthène				4,16E+13	3,29E+12	a
16	Benzo(a)pyrène				4,05E+12	3,20E+10	a
17	Indéno(1,2,3-cd)pyrène				3,84E+14	3,04E+12	a
18	Dibenzo(a,h)anthracène				1,03E+13	8,17E+12	a
19	Benzo(g,h,i)perylene	0,000000000357	0,000000000387	b	1,05E+15	8,32E+14	a
20	Mercuré	0,00000000289	0,00000000962	a			
Somme des risques cancérogènes		0,000000000					
Somme des risques non cancérogènes		0,000000000					
Système neurologique (1+10+20)		0,0000197	0,0000434	a			
Système hépatique (2+3+4+10)		0,000455	0,000476	d			
Système rénal (7+8+10+11+19+20)		0,0000499	0,0000751	b			
Système circulatoire (2+3+10)		0,000452	0,000473	d			
Système respiratoire (1)		0,0000197	0,0000433	a			
Développement fœtal (1+20)		0,0000197	0,0000433	a			
Diminution du poids corporel (3+6+9+10)		0,0000216	0,0000306	d			

a : valeurs toxicologiques majeures
b : volume respiratoire majorant
c : budget espace-temps majorant
d : valeur de COT majorante

ANNEXE 4.10

Références utilisées pour la mise en œuvre de l'ARR

Références bibliographiques utilisées pour les calculs de l'ARR

1. ALMBL : Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamtinnen und -Beamten der Länder (1995): Standards zur Expositionsabschätzung, BAGS, Hamburg, BRD.
2. ASPITET : Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces -Présentation du Programme et principaux résultats (Courrier de l'environnement de l'INRA n°39, Février 2000)
3. ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov>
4. CIBLEX : Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué. Version 0. IRSN, ADEME (juin 2003)
5. Dumontier, F., Pan Ké Shon, J.-L. (oct 1999) : En 13 ans, moins de temps contraints et plus de loisirs. INSEE PREMIERE. n°675. Tableau « Une journée moyenne en France en 1999 ».
6. Hawley, J. K. (1985) : Assessment of health risk from exposure to contaminated soil. Risk Analysis. 5, 4, 289-302.
7. HSDB : database. <http://toxnet.nlm.nih.gov/>
8. INERIS : Institut National pour l'Environnement Industriel et les Risques. Fiches de données toxicologiques sur les substances dangereuses. <http://www.ineris.fr>
9. INSEE (1992) : Les enfants de moins de 6 ans. INSEE contours et caractères. P 93
10. INSEE - Monteiro, S. (mars 1996) : Les vacances des Français – Tendances longues et résultats détaillés de 1993 à 1994. INSEE RESULTATS. Consommation modes de vie n°80-81.
11. InVS (2010) : Description du budget espace-temps et estimation de l'exposition de la population française dans son logement.
12. Johnson, P., C., Ettinger, R., A. (1991) : Heuristic Model for Predicting the Intrusion Rate of Contaminant Vapors into Buildings. Environ. Sci. Technol., Vol. 25, No. 8, 1991.
13. MEDAD : Ministère de l'Ecologie et du Développement et de l'Aménagement Durables. Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement - Version 0. 8 Février 2007
14. MEDAD : Ministère de l'Ecologie et du Développement et de l'Aménagement Durables. L'analyse des risques résiduels - Version 0. 8 Février 2007



15. Motelay-Massei, A. et al. (2004) : Distribution and spatial trends of PAHs and PCBs in soils in the Seine River basin France. *Chemosphere* 22 (2004) 555-565.
16. Note CIRE IdF du 03 juillet 2006 : « Proposition d'un référentiel pour le choix des Eléments Traces Métalliques présents dans les sols franciliens à prendre en compte lors d'une évaluation détaillée des risques pour la santé »
17. OMS : IPCS - INCHEM. Environmental Health Criteria Monographs. <http://www.inchem.org/ehc.html>
18. Risk Assessment Information System (RAIS) : Provisional values given y Superfund. <http://risk.lsd.ornl.gov/cgi-bin/tox>
19. RIVM : Institut de l'Environnement et de la Santé Publique Néerlandais, op cit TERA-ITER database.
20. Stanek, E. J., Calabrese, E. J. (1995) : Soil ingestion estimates for use in site evaluations based on the best tracer method. *Human and Ecological Risk Assessment*. 1, 2, 133-156.
21. Stanek, E. J., Calabrese, E. J., Zorn, M. (2001) : Soil ingestion Distributions for Monte Carlo Risk Assessment in Children
22. TERA-ITER Database : Toxicology Excellence for Risk Assessment. <http://www.tera.org/iter>
23. Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series, Vol. 1, (mars 1998) : Analysis of Petroleum Hydrocarbons in Environmental Media.
24. UBA : Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (September 1995) Aktualisierte Fortschreibung der Basisdaten Toxicologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten - mit Ableitung von toxikologisch begründeten tolerierbaren resorbierten Körperdosen (TRD-Werten).
25. UBA (2001) : Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen - Zur Frage von Unterschieden in der Empfindlichkeit von Kindern gegenüber krebserzeugenden Stoffen im Vergleich zu Erwachsenen
26. UPDS : Guide qualité EDR. Octobre 2000.
27. US EPA (1988) : Superfund exposure assessment manual. Washington,DC. EPA/540/1-88/001.
28. US EPA (1992) : Dermal exposure assessment: principles and applications. Interim report. EPA/600/8-91/011B.
29. US EPA / IRIS : Integrated Risk Information System. <http://www.epa.gov/ngispgm3/iris>
30. US EPA (1996) : Soil Screening Guidance: technical background document. 9355.4-17A, Washington,DC: Office of Emergency and Remedial Response. pp.1-168.
31. US EPA (2005) : EPA's new guidance for assessing cancer risks from early life exposures : Genotoxic mode of action and implications for human health-based standards.

32. US EPA (July 2004): Risk Assessment Guidance for Superfund – Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E: Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment). EPA/540/R/99/005.
33. Veerkamp W. and ten Berge W. (1994) : The concept of HESP - Reference manual - Human exposure to soil pollutants - Version 2.10a. Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V. The Hague.
34. Vonk, M.W. KIWA, (Ed.) (1985): Permeatie van organische verbindingen door leidingmaterialen. Mededeling nr. 85, Nieuwegein.
35. « Diagnostic de l'état du sous-sol » - HPC Envirotec - HPC-F 2A/2.09.4196 a du 06 mai 2009.
36. « Analyse des Risques sanitaires Résiduels (ARR) » - HPC Envirotec - HPC-F 4A/2.11.4247 a du 11 mai 2009

Conditions d'utilisation du rapport

Le présent rapport (dont ses annexes) est :

- rédigé à l'usage exclusif du donneur d'ordre et de manière à répondre aux objectifs contractuels,
- la propriété exclusive du donneur d'ordre, les conséquences des décisions prises suite aux recommandations de ce rapport ne pourront en aucun cas être imputées à HPC ENVIROTEC,
- basé sur les connaissances techniques, réglementaires et scientifiques disponibles à la date d'émission du rapport et se limite à l'emprise de la zone étudiée,
- établi selon les informations fournies à HPC ENVIROTEC et les connaissances du moment,
- indissociable, une utilisation partielle ou toute interprétation dépassant les recommandations émises ne saurait engager la responsabilité de HPC ENVIROTEC sauf en cas d'accord préalablement établi.

Rapport HPC-F 4A/2.13.4405 a du 18 décembre 2013			
CHARGE DU PROJET		RESPONSABLE DU PROJET	
C. ALO		S. DELPY	
Date :	Visa :	Date :	Visa :
18/12/13		18/12/13	

VISA QUALITE

VISA SUPERVISEUR


Jean-Philippe BELLEC
Directeur des Etudes