

DEPARTEMENT  
DES  
**DEUX-SEVRES**



**VILLE DE NIORT**

**EXTRAIT DU REGISTRE DES DELIBERATIONS  
DU CONSEIL MUNICIPAL**

**SEANCE DU 16 FÉVRIER 2017**

Conseillers en exercice : 45

Votants : 44

Convocation du Conseil Municipal :  
le 10/02/2017

Affichage du Compte-Rendu Sommaire  
et affichage intégral :  
le 23/02/2017

**Délibération n° D-2017-74**

**Avis sur projet d'arrêté préfectoral instituant une servitude  
d'utilité publique - 160 rue de l'Aérodrome - ancien dépôt  
d'hydrocarbures de la Société CPO**

**Président :**

**MONSIEUR JÉRÔME BALOGE**

**Présents :**

Monsieur Jérôme BALOGE, Monsieur Marc THEBAULT, Madame Rose-Marie NIETO, Monsieur Alain BAUDIN, Monsieur Alain GRIPPON, Monsieur Michel PAILLEY, Madame Dominique JEUFFRAULT, Monsieur Luc DELAGARDE, Madame Anne-Lydie HOLTZ, Madame Jeanine BARBOTIN, Monsieur Dominique SIX, Madame Sylvette RIMBAUD, Madame Elisabeth BEAUVAIS, Madame Marie-Paule MILLASSEAU, Madame Catherine REYSSAT, Monsieur Dominique DESQUINS, Monsieur Eric PERSAIS, Madame Agnès JARRY, Monsieur Elmano MARTINS, Monsieur Guillaume JUIN, Madame Christine HYPEAU, Madame Carole BRUNETEAU, Madame Marie-Chantal GARENNE, Monsieur Florent SIMMONET, Madame Valérie BELY-VOLLAND, Monsieur Romain DUPEYROU, Monsieur Simon LAPLACE, Madame Fatima PEREIRA, Monsieur Pascal DUFORESTEL, Monsieur Christophe POIRIER, Monsieur Alain PIVETEAU, Madame Elodie TRUONG, Madame Isabelle GODEAU, Madame Monique JOHNSON, Monsieur Jean-Romée CHARBONNEAU.

**Secrétaire de séance :** Simon LAPLACE

**Excusés ayant donné pouvoir :**

Madame Christelle CHASSAGNE, ayant donné pouvoir à Monsieur Marc THEBAULT, Madame Jacqueline LEFEBVRE, ayant donné pouvoir à Monsieur Jérôme BALOGE, Monsieur Lucien-Jean LAHOUSSE, ayant donné pouvoir à Madame Dominique JEUFFRAULT, Madame Cécilia SAN MARTIN ZBINDEN, ayant donné pouvoir à Monsieur Dominique SIX, Madame Yvonne VACKER, ayant donné pouvoir à Monsieur Luc DELAGARDE, Monsieur Fabrice DESCAMPS, ayant donné pouvoir à Madame Marie-Paule MILLASSEAU, Monsieur Sébastien PARTHENAY, ayant donné pouvoir à Monsieur Eric PERSAIS, Madame Yamina BOUDAHMANI, ayant donné pouvoir à Monsieur Romain DUPEYROU, Madame Josiane METAYER, ayant donné pouvoir à Madame Elodie TRUONG

**Excusés :**

Madame Nathalie SEGUIN.

**Direction Urbanisme et Action  
Foncière**

**Avis sur projet d'arrêté préfectoral instituant une  
servitude d'utilité publique - 160 rue de l'Aérodrome -  
ancien dépôt d'hydrocarbures de la Société CPO**

Monsieur Marc THEBAULT, Adjoint au Maire expose :

Mesdames et Messieurs,

Sur proposition de Monsieur le Maire

Le 15 novembre 2016, la Préfecture nous a communiqué, pour avis de la collectivité, un projet d'arrêté instituant des servitudes d'utilité publique sur la parcelle HK 41 située au 160 rue de l'Aérodrome et anciennement exploitée par la Société Compagnie Commerciale et Pétrolière de l'Ouest (CPO).

La cessation de l'activité de dépôt d'hydrocarbures est effective depuis le 27 juillet 2015. A l'appui du rapport de fin de travaux de démantèlement des installations pétrolières, de l'évacuation des terres polluées et de l'analyse des risques sanitaires, une demande d'institution de servitude publique a été déposée par l'exploitant CPO le 20 juillet 2016.

L'inspecteur des installations classées a jugé recevable cette demande et la Préfecture a défini dans son projet d'arrêté, des prescriptions techniques dont la principale consiste à n'autoriser sur ce terrain qu'une affectation à usage de type industriel.

Cette parcelle est actuellement inscrite dans la ZAC Pôle Sports et est depuis 2016 propriété de Deux Sèvres Aménagement (DSA), aménageur de la zone. Elle a vocation à y voir s'implanter des activités commerciales, de services ou tertiaires.

Au vu des traces possibles de pollution résiduelle sur ladite parcelle, et compte tenue de la vocation de la ZAC Pôle Sports qui n'a pas pour objet de développer des activités industrielles mais qui entend plutôt assainir une zone inscrite dans le périmètre de captage des eaux potables, DSA a diligenté une étude pollution analyse des enjeux sanitaires auprès du bureau d'études SOCOTEC dont le rapport en date du 10 février 2017 (ci-annexé) stipule les conclusions suivantes :

- Les niveaux de risque toxique (quotient de danger) et les niveaux de risque sanitaire (excès de risque individuel) mesurés pour l'ensemble des cibles envoyées, dans le cadre des usagers futurs potentiels, sont inférieurs aux seuils d'inacceptabilité sanitaires fixés par l'INERIS. A ce titre, l'état de contamination résiduel des milieux est jugé sanitaire compatible avec un usage futur de type tertiaire ou commercial.

Au vu de l'analyse des enjeux sanitaires réalisée au regard des futurs usages de ce terrain, mais également de la transformation urbaine et de la qualité environnementale, paysagère et architecturale attendue sur cette entrée de ville, la municipalité ne souhaite pas voir instituer de servitudes d'utilité publique sur cette parcelle.

Il est demandé au Conseil municipal de bien vouloir :

- émettre un avis défavorable au projet d'arrêté préfectoral instituant des servitudes publiques résultant du périmètre délimité autour de l'ancien dépôt d'hydrocarbures exploité par la société CPO 160 rue de l'Aérodrome à Niort.

**LE CONSEIL  
ADOpte**

Pour :	44
Contre :	0
Abstention :	0
Non participé :	0
Excusé :	1

Pour le Maire de Niort,  
**Jérôme BALOGÉ**  
L'Adjoint délégué

Signé

Marc THEBAULT



**SOCOTEC**

**HSE - Territoire Ouest**

**Agence de Nantes**

5, Rue du Coutelier  
44800 SAINT HERBLAIN

Tél. : 02.28.01.77.40.

Fax : 02.28.01.94.50.

E-mail : hse.nantes@socotec.com

**Bureau de Niort**

Parc d'affaires de l'Ebaupin  
12, Rue de l'Angélique

79000 BESSINES

Tél. : 05.49.09.97.31.

E-mail : equipements.niort@socotec.com

**Deux-Sèvres Aménagement**

21, Chemin des Roches du Vivier  
79000 NIORT

**Mr BEVILLE Thomas**

## ► Rapport

### ► Sites et sols potentiellement pollués – Analyses des enjeux sanitaires

#### ► Code A320 selon la norme NFX 31 620-2

**Ancien site CPO  
160, Rue de l'Aérodrome  
79000 NIORT**



- Date du rapport : 10 février 2017
- Dossier Socotec n° : 1701E14Q5000046
- Rapport n° : E14Q5/17/092

- Contact : Mr BEVILLE Thomas (Directeur adjoint – Deux-Sèvres Aménagement)

*Ce rapport comprend 30 pages de rapport et 5 annexes*



[www.lne.fr](http://www.lne.fr)

- Chef de projet : Marine COLINEAUX-PLOT
- Superviseur : Guillaume GENDREAU

# SOMMAIRE

<b>1. RESUME TECHNIQUE .....</b>	<b>4</b>
<b>2. RESUME NON TECHNIQUE .....</b>	<b>5</b>
<b>3. PRESENTATION DE L'ETUDE – RAPPEL DU CONTEXTE .....</b>	<b>6</b>
3.1. DEMANDEUR.....	6
3.2. SITE D'ETUDE .....	6
3.3. CONTEXTE .....	6
3.4. REFERENTIEL .....	7
3.5. DOCUMENTS DE REFERENCE .....	7
3.6. INTERVENANTS .....	8
<b>4. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES POUR LA SANTE HUMAINE.....</b>	<b>9</b>
4.1. METHODOLOGIE DE L'EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES POUR LA SANTE HUMAINE .....	9
4.1.1. Etapes de la démarche .....	9
4.1.2. Elaboration du schéma conceptuel .....	9
4.1.3. Evaluation des dangers et des relations dose-effets .....	9
4.1.4. Evaluation des expositions .....	10
4.1.5. Evaluation des risques .....	10
4.1.6. Evaluation des incertitudes .....	10
4.2. SCHEMA CONCEPTUEL APPROFONDI.....	11
4.2.1. Hypothèses de base du projet.....	11
4.2.2. Les sources .....	11
4.2.3. Les voies de transfert et d'exposition .....	11
4.2.4. Les milieux d'exposition .....	12
4.2.5. Identification des cibles .....	12
4.2.6. Synthèse .....	12
4.3. EVALUATION DES DANGERS .....	13
4.3.1. Identification des substances .....	13
4.3.2. Evaluation du danger des substances .....	13
4.3.3. Caractéristiques physico-chimiques des substances.....	14
4.3.4. Toxicité des substances.....	14
4.3.5. Effets cancérogènes.....	14
4.4. EVALUATION DES EXPOSITIONS.....	15
4.4.1. Paramètres d'exposition.....	15
4.4.2. Niveaux d'exposition .....	16
4.5. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES .....	19
4.5.1. Relations dose-effets et valeurs toxicologiques de référence.....	19
4.6. CALCUL DES RISQUES SANITAIRES SANS MESURES DE GESTION .....	20
4.6.1. Risque sanitaire à seuil .....	20
4.6.2. Risque sanitaire à seuil (cancérogène) .....	21
4.6.3. Conclusion sur le niveau de risque sanitaire.....	22
<b>5. EVALUATION DES INCERTITUDES .....</b>	<b>23</b>
5.1. INCERTITUDES LIEES AUX PARAMETRES D'ENTREE DE L'EQRS.....	23
5.1.1. Concentration en polluants dans les gaz des sols .....	23
5.1.2. Caractéristiques intrinsèques des substances .....	23
5.1.3. Caractéristiques des bâtiments .....	23
5.2. INCERTITUDES LIEES A L'UTILISATION DU MODELE JOHNSON ET ETTINGER .....	24
5.3. INCERTITUDES LIEES AUX EXPOSITIONS .....	25

5.4.	INCERTITUDE LIEE A L'ABSORPTION DES POLLUANTS.....	25
5.5.	INCERTITUDES LIEES AUX VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE .....	25
5.6.	INCERTITUDES LIEES AUX CALCULS DES RISQUES.....	25
5.7.	CONCLUSION CONCERNANT LES INCERTITUDES .....	26
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>27</b>
6.1.	CONSTATS .....	27
6.2.	RECOMMANDATIONS.....	27
6.2.1.	Respect des hypothèses de base de l'étude.....	27
6.2.2.	Orientation spécifique des déblais de terrassement non inertes .....	27
6.2.3.	Conservation de la mémoire : .....	28
<b>7.</b>	<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>29</b>
<b>8.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>30</b>

## LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 :	Tableau des voies de transfert et d'exposition retenues .....	12
Tableau 2 :	Concentrations en polluants retenues dans les gaz des sols .....	13
Tableau 3 :	Classement des effets cancérigènes par organismes reconnus .....	14
Tableau 4 :	Paramètres d'exposition pour les cibles considérées .....	15
Tableau 5 :	Concentrations en polluant dans l'air intérieur du bâtiment .....	17
Tableau 6 :	Concentrations moyennes en polluants inhalés dans le bâtiment tertiaire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) .....	18
Tableau 7 :	Concentrations moyennes en polluants inhalés dans le bâtiment commercial ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	18
Tableau 8 :	Valeur toxicologiques de référence – Effets toxiques systémiques – Inhalation.....	19
Tableau 9 :	Valeurs toxicologiques de référence – Effets cancérigènes – Inhalation.....	20
Tableau 10 :	Quotient de danger de risque lié à l'inhalation d'air ambiant intérieur .....	20
Tableau 11 :	Excès de risque lié à l'inhalation d'air ambiant intérieur des bureaux.....	21

Observations sur l'utilisation de ce rapport :

*Ce rapport ainsi que ses annexes constituent un ensemble indissociable. L'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de cet ensemble, ainsi que toute interprétation au-delà des indexations et énonciations de SOCOTEC Environnement Loire-Atlantique – Vendée ne sauraient engager la responsabilité de cette dernière.*

# 1. RESUME TECHNIQUE

<b>N° d'affaire</b>	1701E14Q5000046
<b>N° de rapport</b>	E14Q5/17/092
<b>Nom et adresse du client</b>	<b>Deux-Sèvres Aménagement</b> 21, Chemin des Roches du Vivier – 79000 NIORT
<b>Intitulé du rapport</b>	Analyse des enjeux sanitaires
<b>Mission de type</b>	A320 selon la norme NFX31-620-2 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » d'août 2016.
<b>Parcelles d'étude</b>	Parcelle cadastrale n°41 de la section HK pour une superficie de 1 365 m <sup>2</sup> . 160, rue de l'aérodrome – NIORT (79)
<b>Etat du site</b>	Le site est actuellement inoccupé. Il s'agit d'un ancien dépôt pétrolier ayant fait l'objet de travaux de dépollution.
<b>Projet / utilisation future du site</b>	Projet immobilier de construction d'un bâtiment tertiaire ou commercial.
<b>Etudes antérieures</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostic initial des sols réalisé par la société VALGO en 2011 – Rapport n°11-B-44-00385 du 15 novembre 2011 ;</li> <li>• Analyse des risques résiduels après travaux de dépollution, réalisée par ENVISOL (Affaire A-1507-218, Référence R-PS-1507-3a du 21/07/2015) ;</li> <li>• Dossier de servitudes d'utilité publique, rapport définitif établi par la société ENVISOL, en date du 30 juin 2016 (Affaire A-1605-242, Référence R-JN-1607-1a).</li> </ul>
<b>Analyses des enjeux sanitaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cibles considérées : Futurs travailleurs du site (tertiaire ou commercial) et éventuels futurs clients (dans le cas d'un usage commercial)</li> <li>• Source de contamination : Gaz des sols (source infinie)</li> <li>• Polluants considérés : Benzène, Toluène et fractions hydrocarburées volatiles (aromatiques et aliphatiques) &gt;C5-C16</li> <li>• Voies d'exposition : Inhalation d'air ambiant intérieur</li> <li>• Résultats de l'analyse :</li> </ul> <p><b>Sur les bases de l'usage considéré, des aménagements retenus et prenant en considération des facteurs d'exposition majorants, les risques calculés pour les cibles cotées en fonction des connaissances et des données disponibles lors de l'élaboration de cette analyse des enjeux sanitaires, mettent en évidence des quotients de danger (QD) inférieurs au seuil de 1, et des excès de risques individuels (ERI) inférieurs au seuil de 10<sup>-5</sup> pour l'ensemble des cibles considérées.</b></p> <p>Conformément aux circulaires du 8 février 2007, les risques sont considérés comme inacceptables si QD &gt; 1 pour une voie d'exposition ou si la somme des QD (QD global) &gt; 1 et si ERI &gt; 10<sup>-5</sup> pour une voie d'exposition.</p>
<b>Recommandations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en œuvre des hypothèses d'aménagement du site (non usage des eaux souterraines, recouvrement superficiel, ventilation réglementaire des locaux) ;</li> <li>• Gestion spécifique des déblais de terrassement non inertes dans le cas de travaux de terrassement ;</li> <li>• Conservation de la mémoire.</li> </ul>
<b>Référentiels :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textes et documents du 8 février 2007 relatifs à la politique nationale de gestion des sites et sols pollués (Notes aux préfets, annexes et circulaires, guides méthodologiques) ;</li> <li>• Norme NFX31-620-2 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » d'août 2016 ;</li> <li>• Certification SSP LNE – Révision n°3 d'Octobre 2016.</li> </ul>

## 2. RESUME NON TECHNIQUE

---

L'ancien site CPO (dépôt pétrolier) a fait l'objet de travaux de dépollution, menés par la société VALGO en 2015, suite à la mise en évidence de contaminations hydrocarburées des sols.

Au terme de ces travaux, des contaminations résiduelles ont été mesurées sur les sols, en fond et parois des fouilles de terrassement, ainsi que dans les gaz des sols, après remblaiement de ces fouilles.

Au vu de ces résultats, la société ENVISOL a été missionnée pour la réalisation d'une analyse des enjeux sanitaires résiduels : il a été conclu qu'un usage industriel était sanitaire acceptable au droit du site.

Dans le cadre d'un projet d'aménagement du site, Deux-Sèvres Aménagement souhaite savoir si l'état de contamination des milieux, au droit du site, pourrait être compatible avec un usage de type tertiaire ou commercial.

La société SOCOTEC a donc procédé à la réalisation d'une analyse des enjeux sanitaires, en considérant les données d'analyses disponibles (sur les gaz des sols) et deux configurations futures possibles : un bâtiment tertiaire, de bureaux, et un bâtiment commercial.

En modélisant les transferts de polluants gazeux depuis les sols vers les futurs bâtiments du site, en fonction des temps de présence des futures occupants dans ces locaux, les niveaux d'exposition aux polluants ont été mesurés.

Les niveaux de risque toxique (quotient de danger) et les niveaux de risque sanitaire (excès de risque individuel), mesurés pour l'ensemble des cibles envisagées, dans le cadre des usagers futurs potentiels, sont inférieurs aux seuils d'inacceptabilité sanitaires fixés par l'INERIS.

A ce titre, l'état de contamination résiduel des milieux est jugé sanitaire compatible avec un usage futur de type tertiaire ou commercial.

Cette conclusion est soumise aux préconisations d'aménagement retenues dans les hypothèses de base de cette étude (recouvrement superficiel des sols du site, non usage des eaux souterraines et ventilation réglementaire des futurs locaux).

### 3. PRESENTATION DE L'ETUDE – RAPPEL DU CONTEXTE

---

#### 3.1. DEMANDEUR

**Deux-Sèvres Aménagement**  
21, Chemin des Roches du Vivier  
79000 NIORT

*Mr BEVILLE Thomas, Directeur adjoint*

#### 3.2. SITE D'ETUDE

La présente étude porte sur un ancien terrain industriel situé au 160, rue de l'Aérodrome à NIORT (79). Il occupe la parcelle cadastrale n°41 de la section HK, d'une superficie de 1 365 m<sup>2</sup>.

Le site est actuellement inoccupé. Il s'agit d'un ancien dépôt pétrolier ayant fait l'objet de travaux de démantèlement (en 2011) puis de dépollution (en 2015).

Le plan cadastral du site à diagnostiquer est présenté en **Annexe 1**.

#### 3.3. CONTEXTE

Il est envisagé, au droit du terrain, un projet immobilier comprenant la construction d'un immeuble à usage tertiaire ou commercial, s'inscrivant dans le projet de réaménagement du secteur. Nous ne disposons pas de plans précis du projet.

Pour rappel, le site a fait l'objet d'une mission de diagnostic simplifié en 2011, dans le cadre des travaux de démantèlement de l'installation de dépôt pétrolier, demandé par la société CPO (dernier exploitant du site) à la société VALGO. Cette mission a fait l'objet du rapport n°11-B-44-00385 du 15 novembre 2011. Il avait alors été relevé un impact significatif en hydrocarbures sur les sols du site (sondage Sc5, avec une teneur de 1 400 mg/kg MS en hydrocarbures totaux).

En 2015, des travaux de dépollution des sols ont été réalisés au droit du terrain : 5 fouilles d'excavation ont été réalisées, jusqu'au refus sur roche calcaire. Le détail des opérations et le volume final excavé ne nous ont pas été communiqués.

Des analyses de contrôle ont été réalisées sur les sols résiduels, en parois et fond des fouilles de terrassement : de fortes teneurs résiduelles ont été constatées, en particulier en parois et fond des fouilles 34 et 4, avec des teneurs en hydrocarbures totaux comprises entre 820 et 12 000 mg/kg MS (les teneurs maximales au droit de chacune des zones ayant été constatées en fond de fouille).

En parallèle, des analyses de gaz des sols, après dépollution, ont été réalisées en fond des fouilles 1 et 34. Visiblement, ces analyses ont été réalisées dans les gaz des sols, prélevés à 1,50 m de profondeur par rapport au niveau 0 du terrain, après remblaiement des fouilles. La présence de polluants volatils y a été confirmée.

Sur la base de ces résultats, la société ENVISOL a été missionnée par VALGO pour la réalisation d'une analyse des risques résiduels (Affaire A-1507-218, Référence R-PS-1507-3a du 21/07/2015). Seule la voie d'exposition par inhalation de polluants volatils en milieu extérieur a été prise en compte : les niveaux de risques sanitaires mesurés sont inférieurs aux seuils d'inacceptabilité sanitaires fixés par l'INERIS. A ce titre, l'état de contamination résiduel des sols a été jugé compatible avec un usage futur de type industriel.

La société ENVISOL a alors été missionnée pour la rédaction d'un dossier de servitudes d'utilité publique (rapport définitif établi, en date du 30 juin 2016 - Affaire A-1605-242, Référence R-JN-1607-1a), ayant servi de base à la préfecture des Deux-Sèvres dans la rédaction d'un projet d'arrêté instituant des servitudes d'utilité publique.

Compte tenu de l'usage projeté au droit du site, il est nécessaire de procéder à une nouvelle évaluation sanitaire, visant à s'assurer qu'un usage de type commercial ou tertiaire serait acceptable au droit du terrain, en l'état actuel des milieux.

Vous avez donc missionné SOCOTEC HSE pour la réalisation d'une analyse des enjeux sanitaires.

### 3.4. REFERENTIEL

Cette étude a été réalisée selon la **norme NF X 31-620-2 « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » d'août 2016**, pour la mission A320 : Analyse des enjeux sanitaires.

Cette étude a également été menée suivant la nouvelle politique nationale de gestion des sites et sols pollués, au travers de différents documents communiqués le 8 février 2007 et élaborés par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD). Ces documents se décomposent notamment en :

- **Textes du MEDD en date du 8 février 2007** (notes aux préfets et annexes) ;
- **Normes homologuées NF X31-620** de juin 2011 et août 2016 ;
- **Référentiel Certification SSP LNE – Révision n°3** d'octobre 2016 ;
- **Guide du MEDD «La visite du site »** du 8 février 2007 ;
- **Guide du MEDD «Les outils de diagnostics »** du 8 février 2007.

Ils précisent les démarches à suivre et les réflexions à mener dans les diverses étapes de l'approche des sites et sols potentiellement pollués (prévention, diagnostic, gestion des sols pollués, réaménagement du site).

D'autres textes ont servi à l'élaboration de ce rapport :

- Méthode de calcul de valeurs de constat d'impact dans les sols – INERIS – Novembre 2001 ;
- Guide qualité évaluation détaillée des risques sites et sols pollués – UPDS – version 1 - janvier 2000 ;
- Rapport d'étude de l'INERIS, « Point sur les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) – juin 2007 », rapport n°DRC-07-86177-08805B du 25 juin 2007 ;
- Note d'information 2014/307 en date du 31 octobre 2014.

### 3.5. DOCUMENTS DE REFERENCE

Les documents de référence ayant servi de référentiel à la mission ont été les suivants :

- Proposition n°DEV1701E14Q50000047 de SOCOTEC HSE, en date du 24 janvier 2017,
- Bon de commande ayant obtenu votre accord du 25/01/2017,
- Diagnostic initial des sols, réalisé par la société VALGO en 2011 – Rapport n°11-B-44-00385 du 15 novembre 2011 ;
- Analyse des risques résiduels après travaux de dépollution, réalisée par ENVISOL (Affaire A-1507-218, Référence R-PS-1507-3a du 21/07/2015) ;

- Dossier de servitudes d'utilité publique, rapport définitif établi par la société ENVISOL, en date du 30 juin 2016 (Affaire A-1605-242, Référence R-JN-1607-1a).

### **3.6. INTERVENANTS**

Les intervenants SOCOTEC, pour la mission faisant l'objet du présent rapport sont :

**Marine COLINEAUX-PLOT** : *Chef de Projet, Rédacteur du rapport,*

**Guillaume GENDREAU** : *Superviseur.*

## **4. EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES POUR LA SANTE HUMAINE**

---

### **4.1. METHODOLOGIE DE L'EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES POUR LA SANTE HUMAINE**

L'évaluation quantitative des risques pour la santé humaine vise à quantifier les risques pour la santé liés à l'exposition chronique des personnes à des substances présentes actuellement, ou potentiellement présentes ultérieurement, dans les sols, gaz du sol et eaux souterraines au droit du site.

#### **4.1.1. Etapes de la démarche**

La démarche suivie pour réaliser l'évaluation des risques se déroule selon les étapes chronologiques suivantes :

- Elaboration du schéma conceptuel,
- Evaluation des dangers et des relations dose-effets,
- Evaluation des expositions,
- Evaluation des risques,
- Evaluation des incertitudes,
- Conclusions et recommandations.

La synthèse des résultats de la précédente mission sera présentée dans ce rapport.

#### **4.1.2. Elaboration du schéma conceptuel**

Afin de déterminer les risques présentés par les différentes pollutions en fonction de l'usage envisagé du site, l'élaboration d'un schéma conceptuel vise à mettre en évidence :

- les sources,
- les milieux d'exposition,
- les voies de transfert et d'exposition pour les futurs usagers,
- les cibles.

#### **4.1.3. Evaluation des dangers et des relations dose-effets**

Cette étape consiste à collecter et analyser des données afin de recenser de manière exhaustive :

- les substances présentes sur le site,
- les voies de transferts potentielles de ces substances vers les cibles,
- les dangers liés à ces substances.

Une sélection des substances à prendre en compte est effectuée en fonction :

- de leur présence constatée sur le site et dans son environnement ou de leur présence potentielle (éventuels produits de dégradation),
- de leurs effets similaires sur la santé,
- des relations doses-effets qui leur sont attribuables,
- de leur comportement dans l'environnement (mobilité, volatilité, dégradabilité...).

Par ailleurs, toutes les caractéristiques toxicologiques et physico-chimiques de ces substances seront recherchées afin de pouvoir quantifier les risques sanitaires.

#### **4.1.4. Evaluation des expositions**

Cette phase consiste à déterminer les voies de passage du polluant de la source vers la cible, ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition.

#### **4.1.5. Evaluation des risques**

Cette phase est l'étape finale de l'évaluation détaillée des risques. Les informations issues des étapes précédentes sont synthétisées et intégrées sous la forme d'une expression qualitative et quantitative du risque.

#### **4.1.6. Evaluation des incertitudes**

Les expressions quantitatives du risque obtenues doivent être discutées en fonction des incertitudes, liées d'une part à l'évaluation de l'exposition et d'autre part à l'évaluation de la toxicité des substances. L'évaluation des incertitudes peut être qualitative ou quantitative suivant les éléments concernés.

## 4.2. SCHEMA CONCEPTUEL APPROFONDI

Sur la base des données en notre possession, le schéma conceptuel du site a été réalisé en prenant en compte les résultats des investigations réalisées jusqu'à présent sur le site et l'usage futur considéré, à savoir un usage tertiaire et/ou commercial. Un rappel des paramètres retenus pour l'élaboration de ce schéma est présenté ci-après.

Rappelons avant tout que l'appréciation des risques touchant à la ressource en eau n'a pas fait l'objet de la présente étude, ni l'interprétation de l'état des milieux en dehors de la zone d'étude.

### 4.2.1. Hypothèses de base du projet

Dans le cadre du projet présenté, il est envisagé la construction d'un bâtiment tertiaire ou commercial, au droit du site d'étude.

En l'absence de plan de projet, il a été considéré deux usages « types » du site, avec la configuration suivante :

- Usage 1 : Tertiaire
  - Bâtiment rez-de-chaussée, sans sous-sol ni vide sanitaire (bureau de 20 m<sup>2</sup>) ;
  - Site entièrement recouvert : principalement enrobé pour zones de voirie/stationnement, et également quelques zones d'espaces verts avec apports de terres végétales saines.
- Usage 2 : Commercial
  - Bâtiment rez-de-chaussée, sans sous-sol ni vide sanitaire occupant 25% de la superficie du site ;
  - Site entièrement recouvert : principalement enrobé pour zones de voirie/stationnement, et également quelques zones d'espaces verts avec apports de terres végétales saines.

SOCOTEC a donc pris en considération ces hypothèses dans ces calculs de risques.

### 4.2.2. Les sources

Sur la base des investigations préalablement menées sur site, des contaminations résiduelles des milieux « sols » et « gaz des sols » ont été mis en évidence après dépollution du site.

Néanmoins, compte tenu de la configuration future du site (aménagement du terrain avec un recouvrement superficiel du site, bloquant tout transfert direct entre les milieux contaminés et les usagers), seuls les polluants volatils seront considérés dans le cadre de l'analyse des enjeux sanitaires.

Nous nous baserons donc sur les résultats de la campagne d'investigations sur les gaz des sols, jugés les plus représentatifs de l'état de volatilisation des polluants.

Les polluants considérés sont les composés mesurés dans les gaz des sols, à des teneurs supérieures au seuil de détection de la méthode analytique. Ainsi, seront considérés les polluants suivants : **benzène, toluène, fractions hydrocarburées volatiles aliphatiques** (fractions >C5-C6, >C6-C8, >C8-C10, >C10-C12 et >C12-C16) et **fractions hydrocarburées volatiles aromatiques** (fractions >C8-C10, >C10-C12 et >C12-C16).

### 4.2.3. Les voies de transfert et d'exposition

Les voies d'exposition par ingestion de sol, inhalation de poussières et ingestion de fruits et légumes autoproduits n'ont pas été retenues du fait de la configuration du futur projet. En effet, le recouvrement superficiel envisagé (dalle béton au droit du bâtiment, enrobé au droit des zones de voirie et stationnement, graves ou terres végétales au droit des espaces verts) inhibera tout transfert direct du milieu impacté vers le milieu d'exposition.

L'utilisation des eaux souterraines et la voie de transfert via les canalisations d'AEP ne seront pas retenues ici.

Ainsi, seule la voie de transfert par inhalation de polluants volatils est retenue. Considérant l'usage du site précédemment décrit, les voies de transfert et d'exposition prioritaires des substances polluantes retenues sont détaillées dans le **Tableau 1** suivant.

**Tableau 1 : Tableau des voies de transfert et d'exposition retenues**

Voies de transfert (du milieu impacté vers le milieu d'exposition)	Voies d'exposition (du milieu d'exposition vers la cible)
Volatilisation depuis les gaz des sols vers l'air ambiant intérieur du bâtiment, via les gaz des sols	Inhalation de composés volatils gazeux provenant de la diffusion et de la convection de la phase gazeuse des horizons souterrains vers les milieux d'exposition intérieurs.

De principe, les voies de transfert vers le milieu extérieur (exposition par inhalation d'air ambiant extérieur) ne seront pas considérées, dans un premier temps, celles-ci étant largement minoritaires, en comparaison du milieu intérieur, pour des raisons évidentes de fréquentation moindre et de dilution naturelle des polluants.

#### 4.2.4. Les milieux d'exposition

Dans le cadre du projet, le milieu d'exposition considéré est l'intérieur du bâtiment, tertiaire ou commercial.

#### 4.2.5. Identification des cibles

Compte tenu de la nature du projet envisagé, les cibles retenues, dans le cadre de cette étude, sont constituées par les futurs occupants du site, selon les paramètres d'exposition conventionnels. Ainsi, nous considérerons comme cibles humaines :

- pour l'usage de type tertiaire :
  - un travailleur « adulte », fréquentant le site pendant 40 ans : il est caractérisé par un individu ayant un poids de 70 kg.
- pour l'usage de type commercial :
  - un travailleur « adulte », fréquentant le site pendant 40 ans : il est caractérisé par un individu ayant un poids de 70 kg ;
  - les clients du commerce, « enfants » (de 0 à 6 ans, assimilé à un individu de poids moyen de 15 kg), « adultes » (de 6 à 30 ans, assimilé à un individu de poids moyen de 70 kg), fréquentant le site de manière ponctuelle.

Les passants éventuels ne sont pas considérés du fait de leur très faible exposition, négligeable par rapport à celle des occupants permanents (résidents).

#### 4.2.6. Synthèse

Les calculs de risques ne seront effectués que sur les cibles et secteurs qui ont été identifiés comme les plus sensibles. C'est-à-dire, ceux pour lesquels les concentrations en polluants dans les gaz des sols sont maximales et où les temps d'exposition ne sont pas négligeables. Les résultats qui en découleront proviendront donc d'une démarche conservatrice et pourront être appliqués aux autres secteurs pour lesquels les niveaux de risques seront obligatoirement moindres (cette hypothèse ne pouvant être généralisée à d'autres configurations de projet).

La représentation du schéma conceptuel est jointe en **Annexe 2**.

### 4.3. EVALUATION DES DANGERS

#### 4.3.1. Identification des substances

Les substances prises en compte dans la présente analyse des enjeux sanitaires sont toutes celles ayant présenté des concentrations supérieures aux limites de quantification dans les gaz des sols, à savoir : **benzène**, **toluène**, **fractions hydrocarburées volatiles aliphatiques** (fractions >C5-C6, >C6-C8, >C8-C10, >C10-C12 et >C12-C16) et **fractions hydrocarburées volatiles aromatiques** (fractions >C8-C10, >C10-C12 et >C12-C16).

Les concentrations maximales collectées dans les gaz des sols ont été retenues, et considérées constantes sur l'emprise du site. Les concentrations en question sont présentées dans le **Tableau 2** ci-après.

**Tableau 2 : Concentrations en polluants retenues dans les gaz des sols**

Paramètre	Unité	Concentration retenue
Benzène	µg/m <sup>3</sup>	19,4
Toluène	µg/m <sup>3</sup>	49,7
Fractions aliphatiques >C5-C6	µg/m <sup>3</sup>	497,2
Fractions aliphatiques >C6-C8	µg/m <sup>3</sup>	7777,8
Fractions aliphatiques >C8-C10	µg/m <sup>3</sup>	14361,1
Fractions aliphatiques >C10-C12	µg/m <sup>3</sup>	7444,4
Fractions aliphatiques >C12-C16	µg/m <sup>3</sup>	1891,7
Fractions aromatiques >C8-C10	µg/m <sup>3</sup>	605,6
Fractions aromatiques >C10-C12	µg/m <sup>3</sup>	841,7
Fractions aromatiques >C12-C16	µg/m <sup>3</sup>	644,4

#### 4.3.2. Evaluation du danger des substances

L'évaluation du potentiel danger des substances consiste à identifier les effets néfastes qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme. Pour évaluer ces dangers, il est nécessaire de connaître, pour chaque substance :

- ses caractéristiques physico-chimiques, qui permettent de déterminer son comportement dans l'environnement (mobilité, volatilité, solubilité...),
- ses effets sur la santé (dangers associés, relations dose/effets, organes-cibles, voies d'exposition...) : effets systémiques, cancérigènes, tératogènes, mutagènes, effets sur la reproduction et le développement,
- ses produits de dégradation et leurs caractéristiques.

Les effets des substances sont quantifiés selon deux approches :

- l'approche déterministe ou toxicologique, qui considère des **effets à seuil** : effets pour lesquels on peut définir une dose journalière tolérable ou admissible (DJT ou DJA) ou une concentration maximale tolérable ou admissible (CMT ou CMA) correspondant aux niveaux maximums d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour l'homme. Cette approche est appliquée pour les effets systémiques des substances.
- l'approche stochastique, qui considère des **effets sans seuil** : effets susceptibles de survenir quel que soit le niveau d'exposition (aucun niveau d'exposition sans risque). On définit alors des excès de risque unitaire correspondant à la probabilité d'occurrence supplémentaire de l'effet pour un individu exposé au polluant attribuable au site par rapport à un individu exposé au bruit de fond. Les méthodes utilisées pour déterminer ces excès de risque unitaire visent à protéger les populations, y compris les plus sensibles. Les effets cancérigènes doivent être traités dans l'évaluation détaillée des risques comme des effets sans seuil.

Les données collectées sur les substances et leurs produits de dégradation sont synthétisées ci-après. Elles sont issues de la consultation des bases de données suivantes : FURETOX (INVS), ATSDR, IRIS (US-EPA), HSDB, INERIS, INRS, TERA, INCHEM, JRC/ECB (classement CE des substances dangereuses).

### 4.3.3. Caractéristiques physico-chimiques des substances

Les particularités des éléments sélectionnés pour la présente évaluation détaillée des risques sont reprises dans le tableau de l'**Annexe 3**.

### 4.3.4. Toxicité des substances

Les effets sur la santé et la toxicité des éléments sélectionnés pour la présente évaluation des risques sont repris dans les tableaux de l'**Annexe 4**.

### 4.3.5. Effets cancérigènes

Le **Tableau 3** ci-dessous reprend les classements des substances retenues dans cette étude par les organismes CE, CIRC-IARC et US-EPA.

**Tableau 3 : Classement des effets cancérigènes par organismes reconnus**

Substances	UE*	CIRC-IARC*	US EPA*	Cancérogénicité retenue
<b>Hydrocarbures totaux</b>				
Hexane (aliphatiques)	Pas classé	Pas classé	Pas classé	<i>Non</i>
Heptane (aliphatiques)	Pas classé	Pas classé	Pas classé	<i>Non</i>
Octane	Pas classé	Pas classé	Pas classé	<i>Non</i>
Nonane	Pas classé	Pas classé	Pas classé	<i>Non</i>
Décane (n-)	Pas classé	Pas classé	Pas classé	<i>Non</i>
<b>Solvants aromatiques volatils BTEXN</b>				
<b>Benzène</b>	<b>Catégorie 1 (2004)</b>	<b>Groupe 1 (1987)</b>	<b>Classe A (1998)</b>	<b>Oui</b>
Toluène	Pas classé (2004)	Groupe 3 (1999)	Pas Classé (2005)	<i>Non</i>

#### Légende :

##### Classement de l'Union Européenne (UE) :

- Catégorie 1 : Substances que l'on sait être cancérigène pour l'homme
- Catégorie 2 : Substances devant être assimilées à des substances cancérigènes pour l'homme.
- Catégorie 3 : Substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérigènes possibles.

##### Classement du Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC) :

- Groupe 1 : L'agent ou le mélange est cancérigène pour l'homme. Le mode d'exposition à cet agent entraîne des expositions qui sont cancérigènes pour l'homme.
- Groupe 2A : L'agent ou le mélange est probablement cancérigène pour l'homme. Le mode d'exposition à cet agent entraîne des expositions qui sont probablement cancérigènes pour l'homme.
- Groupe 2B : L'agent ou le mélange est peut-être cancérigène pour l'homme. Le mode d'exposition à cet agent entraîne des expositions qui sont peut-être cancérigènes pour l'homme.
- Groupe 3 : L'agent, le mélange ou le mode d'exposition est inclassable quant à sa cancérigénicité pour l'homme.
- Groupe 4 : L'agent, le mélange ou le mode d'exposition n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.

##### Classement de l'US EPA (base de données IRIS) :

- Groupe A : cancérigène pour l'homme
- Groupe B (B1/B2) : cancérigène probable pour l'homme
- Groupe C : cancérigène possible pour l'homme
- Groupe D : non classifiable quant à sa cancérigénicité pour l'homme

Au vu de ces classements, seul le **benzène** est retenu dans cette étude au vu de ses effets cancérigènes.

## 4.4. EVALUATION DES EXPOSITIONS

### 4.4.1. Paramètres d'exposition

Les valeurs des différents paramètres pris en considération pour établir les scénarii d'exposition sont issues de :

- « Méthode de calcul des valeurs de constat d'impact », Outils méthodologiques de l'INERIS ;
- « Méthode de calcul des valeurs de constat d'impact dans les sols » Version 1, Groupe de travail Sols pollués et Santé Publique (22/04/1999) ;
- « Synthèse des travaux du Département Santé Environnement de l'Institut de Veille Sanitaire sur les variables humaines d'exposition », Institut de Veille Sanitaire (InVS), juillet 2012 ;
- « Exposure Factors Handbook » publié par Office of Research and Development – National Center for Environmental Assessment – U.S. EPA – Washington, DC 20460 (document n°EPA/600/R-09/052F, Septembre 2011).

Les paramètres d'exposition retenus en fonction des cibles et scénarios considérées sont détaillés en suivant. Les scénarios d'exposition ci-après ont été pris en considération afin de déterminer les quantités moyennes de polluants inhalés dans l'air ambiant intérieur des locaux par les cibles considérées, en fonction de l'usage du site.

Les scénarii d'exposition ci-après ont été pris en considération afin de déterminer les quantités moyennes de polluants inhalés dans l'air ambiant intérieur des bâtiments pour les usagers du site.

**Tableau 4 : Paramètres d'exposition pour les cibles considérées**

Paramètres d'exposition	Travailleur adulte (tertiaire)	Travailleur adulte (commerce)	Client adulte (commerce)	Client enfant (commerce)
Quantité journalière d'air inhalée (m <sup>3</sup> /j)	32	60	19	16
Durée d'exposition T (années)	42	42	24	6
Fréquence d'exposition réelle annuelle F (j/an)	67	67	17	17
Durée de vie moyenne TM (jours)	25 550	25 550	25 550	25 550
Poids moyen PM (kg)	70	70	70	15

Les durées d'exposition réelles annuelles ont été déterminées sur la base des temps d'exposition suivants :

#### Pour les travailleurs adultes (commerce et tertiaire)

Travail 35 heures par semaine, 46 semaines par an, pendant 42 ans.

Durée d'exposition totale annuelle : 1610 h/an soit **67 j/an** (24h/24h).

#### Pour les clients du commerce (adultes et enfant)

Il a été estimé un temps de présence dans le commerce d'une journée par semaine soit 8 heures pour 52 semaines par an, pendant 30 ans (6 en tant qu'enfant puis 24 en tant qu'adulte).

Durée d'exposition totale annuelle : 416 h/an soit **17 j/an** (24h/24h).

## 4.4.2. Niveaux d'exposition

### 4.4.2.1 Hypothèses retenues

Afin de modéliser les concentrations de polluants dans l'air ambiant intérieur, nous avons pris en compte plusieurs hypothèses :

- ✓ Hypothèse 1 : la **source « gaz des sol » est une source infinie**, Les concentrations en substances volatiles prises en compte sont celles qui ont été mesurées au droit des piézaires, lors des investigations de terrain, supérieures aux limites de quantification,
- ✓ Hypothèse 2 : les gaz des sols prélevés entre 1,00 et 1,50 m de profondeur, seront considérés comme constants sous l'emprise du bâtiment.
- ✓ Hypothèse 3 : pour les hydrocarbures, les caractéristiques définies par TPH (Total Petroleum Hydrocarbons) ont été prises en compte,
- ✓ Hypothèse 4 : au droit du bâtiment à construire, nous avons ici considéré une dalle béton de 13 cm. Afin de calculer la surface possible « d'ouvertures » au sein de des dalles, l'hypothèse suivante a été retenue :

*Présence d'un retrait au sein du béton de  $2.10^{-4}$ . Le retrait est une caractéristique du béton. Il correspond à un coefficient de rétraction de l'ordre de  $2.10^{-4}$  en France, sauf dans le sud où sa valeur peut atteindre  $3.10^{-4}$ . Nous retiendrons la valeur de  $2.10^{-4}$  pour le secteur des Deux-Sèvres (79), ce qui reste sécuritaire.*

- ✓ Hypothèse 5 – Dispositions constructives :
  - Pour le bâtiment tertiaire, il a été considéré un bâtiment de 20 m<sup>2</sup> (4\*5 m) et une hauteur sous plafond de 2,50 m. Le taux de ventilation a été estimé sur la base des données du code du travail, pour un bureau de 2 occupants (25 m<sup>3</sup>/heure par occupant), soit un taux de renouvellement égal à 1 ;
  - Pour le bâtiment commercial, il a été estimé d'une taille de 25% de la surface du terrain, soit 340 m<sup>2</sup>, avec un taux de renouvellement d'air classiquement constaté dans les bâtiments commerciaux, de 4,0.

### 4.4.2.2 Modélisation des transferts

La modélisation des flux de transfert de substances volatiles au droit des bâtiments provenant des gaz des sols a été réalisée à partir du modèle JOHNSON et ETTINGER (SG-ADV version 3.1).

En **Annexe 5** sont précisés les paramètres utilisés pour le modèle. Le modèle permet ainsi de calculer des concentrations en contaminants dans les milieux d'exposition, soit  $C_{m_{int}}$ .

### 4.4.2.3 Détermination des concentrations en polluants dans l'air intérieur

Les concentrations en polluants volatils calculées à partir des modélisations sont reprises dans le tableau suivant.

**Tableau 5 : Concentrations en polluant dans l'air intérieur du bâtiment**

Paramètres*	Unité	Concentrations moyennes en polluant dans l'air ambiant intérieur du bâtiment tertiaire $C_{m_{bt}}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrations moyennes en polluant dans l'air ambiant intérieur du bâtiment commercial $C_{m_{bc}}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Benzène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,08E-02	3,84E-03
Toluène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5,27E-02	9,77E-03
Fractions aliphatiques >C5-C6	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	9,43E-01	1,45E-01
Fractions aliphatiques >C6-C8	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6,60E+00	1,29E+00
Fractions aliphatiques >C8-C10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,02E+01	2,06E+00
Fractions aliphatiques >C10-C12	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,75E+00	9,80E-01
Fractions aliphatiques >C12-C16	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,09E+00	2,30E-01
Fractions aromatiques >C8-C10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,28E-01	8,68E-02
Fractions aromatiques >C10-C12	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5,37E-01	1,11E-01
Fractions aromatiques >C12-C16	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,72E-01	7,82E-02

#### 4.4.2.4 Détermination des concentrations moyennes inhalées

Pour la voie respiratoire, on calcule la dose journalière qui est caractérisée par la concentration inhalée. Les concentrations inhalées, correspondant à l'inhalation d'air ambiant intérieur, sont déterminées de la manière suivante :

$$CI_{int} = (\sum (C_{m_{int}} \times T \times F)) / TM$$

- Avec :
- $CI_{int}$  : concentration moyenne inhalée à l'intérieur du lieu d'exposition ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
  - $C_{m_{int}}$  : concentration moyenne de polluants dans l'air inhalé pendant l'exposition ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
  - T : durée d'exposition réelle pendant la vie de l'individu (années), selon la cible
  - F : fréquence d'exposition réelle (jours/an), selon la cible
  - TM : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée en jours
    - $TM = T \times 365$  jours pour les substances à seuil
    - $TM = 70 \times 365 = 25\,550$  jours pour les substances sans seuil

Cette formule est basée sur un volume inhalé moyen  $VM$  de  $20 \text{ m}^3/\text{jour}$ . Sur la base des données collectées dans « Exposure Factors Handbook » publié par Office of Research and Development – National Center for Environmental Assessment – U.S. EPA – Washington, DC 20460 (document n°EPA/600/R-09/052F, Septembre 2011).

On a alors la formule suivante pour le calcul des concentrations inhalées :

$$CI_{Int} = (\sum (C_{m_{Int}} \times T \times F)) \times V_m / (TM \times VM)$$

- Avec :
- $V_m = 20 \text{ m}^3/\text{jour}$  pour une activité standard résidentielle
  - $VM$  : volume d'air inhalé moyen standard ( $VM = 20 \text{ m}^3/\text{jour}$ )

Les tableaux ci-après reprennent les concentrations moyennes en polluants inhalés pendant l'exposition des cibles considérées ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

**Tableau 6 : Concentrations moyennes en polluants inhalés dans le bâtiment tertiaire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Air intérieur – Sous-sol	Concentrations moyennes en polluant inhalées par le travailleur tertiaire $\text{CI}_{\text{Int-bt}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$	
	Effet à seuil	Effet sans seuil
Benzène	6,11E-03	3,67E-03
Toluène	1,55E-02	9,29E-03
Fractions aliphatiques >C5-C6	2,77E-01	1,66E-01
Fractions aliphatiques >C6-C8	1,94E+00	1,16E+00
Fractions aliphatiques >C8-C10	3,00E+00	1,80E+00
Fractions aliphatiques >C10-C12	1,40E+00	8,37E-01
Fractions aliphatiques >C12-C16	3,20E-01	1,92E-01
Fractions aromatiques >C8-C10	1,26E-01	7,54E-02
Fractions aromatiques >C10-C12	1,58E-01	9,46E-02
Fractions aromatiques >C12-C16	1,09E-01	6,56E-02

**Tableau 7 : Concentrations moyennes en polluants inhalés dans le bâtiment commercial ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Air intérieur - Logement	Concentrations moyennes en polluant inhalées $\text{CI}_{\text{bc}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$					
	Type d'effet	Effet à seuil			Effet sans seuil	
Cible		Travailleur adulte	Client adulte	Client enfant	Travailleur adulte	Client adulte
Benzène	2,11E-03	1,70E-04	1,43E-04	1,27E-03	5,83E-05	1,23E-05
Toluène	5,38E-03	4,32E-04	3,64E-04	3,23E-03	1,48E-04	3,12E-05
Fractions aliphatiques >C5-C6	7,98E-02	6,42E-03	5,40E-03	4,79E-02	2,20E-03	4,63E-04
Fractions aliphatiques >C6-C8	7,10E-01	5,71E-02	4,81E-02	4,26E-01	1,96E-02	4,12E-03
Fractions aliphatiques >C8-C10	1,13E+00	9,11E-02	7,68E-02	6,81E-01	3,13E-02	6,58E-03
Fractions aliphatiques >C10-C12	5,40E-01	4,34E-02	3,65E-02	3,24E-01	1,49E-02	3,13E-03
Fractions aliphatiques >C12-C16	1,27E-01	1,02E-02	8,57E-03	7,60E-02	3,49E-03	7,35E-04
Fractions aromatiques >C8-C10	4,78E-02	3,84E-03	3,23E-03	2,87E-02	1,32E-03	2,77E-04
Fractions aromatiques >C10-C12	6,11E-02	4,91E-03	4,14E-03	3,67E-02	1,68E-03	3,55E-04
Fractions aromatiques >C12-C16	4,31E-02	3,46E-03	2,91E-03	2,58E-02	1,19E-03	2,50E-04

## 4.5. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

### 4.5.1. Relations dose-effets et valeurs toxicologiques de référence

Les risques liés aux contaminants présents s'apprécient en comparant les doses journalières moyennes inhalées aux doses de référence par inhalation définies dans la littérature.

Deux types de substances sont pris en compte :

- les substances à seuil, non cancérigènes ;
- les substances sans seuil, dites cancérigènes.

Les concentrations de référence pour l'inhalation sont :

- pour les composés toxiques, les concentrations maximales tolérables (**CMT**), exprimées en  $\text{mg}/\text{m}^3$  ou  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,
- pour les composés cancérigènes, les excès de risques unitaires par inhalation (**ERUi**), exprimés en  $(\text{mg}/\text{m}^3)^{-1}$  ou  $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ .

Dans le cas des substances pour lesquelles plusieurs valeurs d'ERU et de CMT ont été trouvées dans les différentes bibliographies deux approches ont été prises en compte :

- Tout d'abord sélection de ces dernières conformément à la circulaire du 31 octobre 2014,
- Sinon pour une même voie d'exposition et pour une durée d'exposition chronique, les valeurs les plus pénalisantes ont été privilégiées. Si celles-ci ont été déterminées à partir d'une durée d'exposition sub-chronique, un facteur de 100 de sécurité a été apporté afin de transposer la valeur pour une exposition chronique.

Ainsi, les banques de données suivantes ont été consultées : ATSDR, IRIS (US-EPA), RIVM, OEHHA, Santé Canada, HSDB, INERIS, INRS, TERA, INCHEM, OMS (Guidelines for air quality, Guidelines for drinking water quality), FURETOX (INVS).

Les tableaux ci-après indiquent les valeurs toxicologiques de référence qui ont été retenues pour chaque substance, selon le type d'effet, à chaque fois qu'il en a été trouvé dans les différentes bibliographies consultées.

**Tableau 8 : Valeur toxicologiques de référence – Effets toxiques systémiques – Inhalation**

Substances	Toxicité systémique				
	Valeur de référence $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Durée d'exposition	Source	Année d'évaluation	Facteur d'incertitude
<b>Hydrocarbures volatils</b>					
Fractions aliphatiques >C5-C6	18400	Chronique	TPHCWG (1997) et ATSDR (1999)		
Fractions aliphatiques >C6-C8	18400	Chronique	TPHCWG (1997) et ATSDR (1999)		
Fractions aliphatiques >C8-C10	1000	Chronique	TPHCWG (1997) et ATSDR (1999)		
Fractions aliphatiques >C10-C12	1000	Chronique	TPHCWG (1997) et ATSDR (1999)		
Fractions aliphatiques >C12-C16	1000	Chronique	TPHCWG (1997) et ATSDR (1999)		
Fractions aromatiques >C8-C10	200	Chronique	TPHCWG (1997) et ATSDR (1999)		
Fractions aromatiques >C10-C12	200	Chronique	TPHCWG (1997) et ATSDR (1999)		
Fractions aromatiques >C12-C16	200	Chronique	TPHCWG (1997) et ATSDR (1999)		
<b>Solvants aromatiques volatils</b>					
Benzène	3	Chronique	US EPA	2003	300
Toluène	3000	Chronique	ANSES	2011	-

**Tableau 9 : Valeurs toxicologiques de référence – Effets cancérigènes – Inhalation**

Substances	Toxicité systémique			
	Valeur de réf. ERU <sub>o</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>	Durée d'exposition	Source	Année d'évaluation
Benzène	2,60E-05	Chronique	ANSES	2009

## 4.6. CALCUL DES RISQUES SANITAIRES SANS MESURES DE GESTION

### 4.6.1. Risque sanitaire à seuil

Pour les effets à seuil (effets non cancérigènes), la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible s'exprime par un indice de risque QD ou Quotient de Danger, défini, pour l'inhalation, tel que :

$$\text{QD} = \text{CI} (\mu\text{g}/\text{m}^3) / \text{CMT} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

Avec :

CI : Concentration moyenne inhalée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

CMT : Concentration moyenne tolérable en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Pour les effets à seuil, l'indice de risque QD représente la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible. Conformément à la circulaire du 8 février 2007, le risque est considéré comme inacceptable si  $\text{QD} > 1$  ou si la somme des QD (QD global)  $> 1$ .

**Lorsque cet indice, pour le même effet, pour le même organe cible et le même mécanisme d'action, est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable (terme utilisé dans la terminologie de l'INERIS, dans son sens non statistique). Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.**

Bien que l'indice de risque ne représente pas une probabilité, il faudra considérer que la possibilité de survenue d'un effet toxique sera fonction de la somme des indices de risque liés aux différentes voies d'administration du contaminant et aux différentes substances à seuil d'effet.

Par principe de précaution, SOCOTEC HSE a additionné les risques toxiques systémiques de toutes les substances, même si l'effet, l'organe cible et le mécanisme d'action étaient différents.

Les résultats des quotients de dangers liés aux voies d'exposition retenues, pour les cibles considérées, sont présentés ci-après.

**Tableau 10 : Quotient de danger de risque lié à l'inhalation d'air ambiant intérieur**

Polluants considérés	Risque toxique / Quotient de danger			
	Cible : Travailleur bureau	Cible : Travailleur commercial	Cible : Client adulte	Cible : Client enfant
Benzène	2,04E-03	7,05E-04	5,66E-05	4,77E-05
Toluène	5,16E-06	1,79E-06	1,44E-07	1,21E-07
Fractions aliphatiques >C5-C6	1,51E-05	4,34E-06	3,49E-07	2,94E-07
Fractions aliphatiques >C6-C8	1,05E-04	3,86E-05	3,10E-06	2,61E-06
Fractions aliphatiques >C8-C10	3,00E-03	1,13E-03	9,11E-05	7,68E-05
Fractions aliphatiques >C10-C12	1,40E-03	5,40E-04	4,34E-05	3,65E-05
Fractions aliphatiques >C12-C16	3,20E-04	1,27E-04	1,02E-05	8,57E-06
Fractions aromatiques >C8-C10	6,29E-04	2,39E-04	1,92E-05	1,62E-05
Fractions aromatiques >C10-C12	7,89E-04	3,06E-04	2,46E-05	2,07E-05
Fractions aromatiques >C12-C16	5,46E-04	2,15E-04	1,73E-05	1,46E-05
<b>TOTAL</b>	<b>8,84E-03</b>	<b>3,31E-03</b>	<b>2,64E-04</b>	<b>2,24E-04</b>

On constate des **quotients de danger largement inférieur à 1**, la somme des QD étant près de 100 fois inférieure au seuil de 1 pour le travailleur en bureau (pour lequel le niveau d'exposition est maximal, par rapport à un usage commercial), témoignant d'un niveau de risque largement inférieur au seuil d'inacceptabilité pour les futurs usagers du site, vis-à-vis de l'inhalation de polluants volatils.

**Notons que les paramètres les plus contraignants du scénario étudié ont été retenus, ce qui rend les résultats de l'étude majorants et sécuritaires.**

#### 4.6.2. Risque sanitaire à seuil (cancérogène)

Afin d'évaluer le risque lié aux effets cancérogènes des substances, on calcule un excès de risque individuel ERI par inhalation :

$$ERI = DJE (\mu\text{g}/\text{m}^3) \times ERU_i (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$$

Avec :

- ERI : Excès de Risque Individuel (sans unité)
- DJE : Dose Journalière d'Exposition (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- ERU : Excès de Risque Unitaire (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Aux faibles expositions, l'hypothèse est faite d'une relation linéaire entre l'effet et l'exposition, l'ERU est donc constant pour chaque substance. L'ERI représente la probabilité d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

La possibilité supplémentaire de développer l'effet par rapport à l'exposition de fond étant exprimée sous la forme d'une probabilité, un ERI global, pour chaque scénario d'exposition défini initialement, pourra être calculé en faisant :

- ✓ pour chaque substance, la somme des risques liés à chacune des voies d'exposition qui concernent l'individu du scénario considéré,
- ✓ la somme des risques liés à chacune des substances cancérogènes du site ou issues du site,
- ✓ la somme des risques liés aux différentes durées d'exposition (chronique) qui peuvent concerner un individu.

**D'après les circulaires du 8 février 2007 « un risque supérieur  $10^{-05}$  est usuellement considéré [...] comme inacceptable ».**

Les résultats des excès de risque individuel sont présentés ci-après.

**Tableau 11 : Excès de risque lié à l'inhalation d'air ambiant intérieur des bureaux**

Polluants considérés	Risque cancérogène / Excès de risque individuel			
	Cible : Travailleur bureau	Cible : Travailleur commercial	Cible : Client adulte	Cible : Client enfant
Benzène	9,53E-08	3,30E-08	1,51E-09	3,19E-10

On constate un **excès de risque individuel inférieur à  $10^{-5}$** , pour les quatre cibles considérées (entre 100 et 10 000 fois inférieurs), témoignant d'un excès de risque acceptable pour les futurs usagers du site, vis-à-vis de l'inhalation de polluants volatils.

#### **4.6.3. Conclusion sur le niveau de risque sanitaire**

Sur la base des données en notre possession, en considérant l'état actuel de contamination résiduel des milieux au droit du site d'étude, il a été mesuré, pour les deux scénarii d'usages envisagés (tertiaire ou commercial) :

- des quotients de dangers largement inférieurs à 1 pour les futurs usagers du site ;
- des excès de risques individuels largement inférieurs à 10<sup>-5</sup> pour les futurs usagers du site.

**A ce titre, un usage tertiaire ou commercial est jugé sanitaire acceptable, au droit du terrain d'étude, dans l'état actuel des milieux.**

## 5. EVALUATION DES INCERTITUDES

---

Au vu des nombreuses hypothèses nécessairement effectuées dans le cadre de la présente étude, des imprécisions et incertitudes existent. Celles-ci doivent également faire l'objet d'une évaluation qualitative ou quantitative afin de pouvoir conclure.

### 5.1. INCERTITUDES LIEES AUX PARAMETRES D'ENTREE DE L'EQRS

#### 5.1.1. Concentration en polluants dans les gaz des sols

Les substances retenues ici, sur la base du schéma conceptuel et des résultats d'analyses des campagnes précédentes, sont toutes les substances qui ont été quantifiées dans les gaz des sols au-dessus des limites de quantification, après réalisation des travaux de dépollution du site.

Nous nous sommes basées sur les données collectées par la société VALGO. Celle-ci étant certifiée par le LNE (Laboratoire National d'Essais) dans le domaine des sites et sols pollués, nous considérons que les méthodes de prélèvements et d'analyses ont été appliquées dans le respect des normes en vigueur.

Néanmoins, en tenant compte de la ponctualité des piézaires, la présence d'anomalies ponctuelles sur le reste du site d'étude ne peut, par ailleurs, pas être exclue.

Cependant, les concentrations maximales relevées sur site, pour chacun des polluants recherchés, ont été retenues, et considérées constantes sur l'emprise du terrain. Par ailleurs, les piézaires ont été implantés par VALGO au plus près des zones de contamination résiduelles les plus fortes, constatées sur les sols.

Impact sur les résultats de l'EQRS : majorant à conservatoire

#### 5.1.2. Caractéristiques intrinsèques des substances

Les transferts de contaminants d'un compartiment de l'environnement à l'autre dépendent des caractéristiques intrinsèques des contaminants. Celles-ci sont susceptibles de varier d'une base de données à l'autre, d'une étude à l'autre.

Pour les substances dont les caractéristiques étaient disponibles dans la base de données du modèle de Johnson et Ettinger, ce sont ces caractéristiques qui ont été considérées. Elles ont été toutefois recoupées avec les données disponibles dans les différentes bases de données consultées (fiches toxicologiques de l'INERIS, HSDB, US EPA, Chemfinder, NIST). Les valeurs utilisées sont globalement cohérentes pour l'ensemble des bases.

Impact sur les résultats de l'EQRS : conservatoire à majorant

#### 5.1.3. Caractéristiques des bâtiments

Les caractéristiques des bâtiments tertiaires et commerciaux, considérées dans le cadre de cette étude, ont été basées sur des données « types », caractéristiques de ce type d'usage. Ces données sont issues du fascicule interne SOCOTEC 9E.10.50.11. « Scénarios types d'usage des terrains », à appliquer dans le cadre d'études pour lesquelles aucun projet d'aménagement précis n'est rédigé.

Ce fascicule nous a permis de définir les surfaces et hauteur sous plafond des différents locaux. Ces volumes sont ici jugés de petites tailles, compte-tenu des potentialités du terrain. Cette hypothèse est donc majorante dans le cadre de l'analyse des risques (concentration favorisée des polluants dans des espaces confinés).

En ce qui concerne le taux de renouvellement d'air, il a été retenu un taux de 1 vol/h pour le bâtiment tertiaire et de 4 vol/h pour le bâtiment commercial.

Il a néanmoins été envisagé des taux de renouvellement inférieurs (donc majorants vis-à-vis du risque sanitaire), afin de s'assurer que cette hypothèse n'avait pas une influence déterminante sur l'analyse sanitaire :

- pour un taux de renouvellement de 0,5 vol/h au droit du bâtiment tertiaire, le quotient de danger global (addition des milieux d'exposition et des cibles) s'élève à **6,62E-03** et l'excès de risque individuel à **6,59E-08**, encore largement en dessous des seuils d'inacceptabilité de l'INERIS ;
- pour un taux de renouvellement de 2 vol/h au droit du bâtiment commercial, le quotient de danger global (addition des milieux d'exposition et des cibles) s'élève à **1,76E-02** et l'excès de risque individuel à **1,90E-07** pour le travailleur adulte, encore largement en dessous des seuils d'inacceptabilité de l'INERIS.

Impact sur les résultats de l'EQRS : conservatoire

## 5.2. INCERTITUDES LIEES A L'UTILISATION DU MODELE JOHNSON ET ETTINGER

Le modèle de Johnson et Ettinger (version 3.1, 02/04) permet de déterminer des concentrations dans l'air ambiant à l'intérieur des bâtiments à partir des concentrations dans les gaz des sols.

Ce modèle prend en compte les phénomènes de diffusion et de convection. Les principales hypothèses sur lesquelles est basé ce modèle sont :

- les polluants sous forme vapeur pénètrent dans le bâtiment principalement à travers les fissures et ouvertures des murs et des fondations ;
- le transport convectif des polluants se fait principalement dans la zone d'influence du bâtiment (et devient rapidement nul dès qu'on s'éloigne du bâtiment) ;
- le transport entre la source de contamination et la zone d'influence du bâtiment est essentiellement diffusif ;
- toutes les vapeurs émises sous le bâtiment vont entrer à l'intérieur du bâtiment à moins que les sols et les murs soient complètement étanches à la vapeur ;
- sur le plan horizontal, toutes les propriétés du sol sont homogènes (les variations verticales des propriétés du sol sont prises en compte au moyen d'une superposition de couches de propriétés horizontales homogènes) ;
- le polluant est réparti de manière homogène au niveau de la zone de contamination ;
- le transport de vapeur survient en l'absence d'un mouvement convectif de l'eau à travers la colonne de sol (tel que l'infiltration et l'évaporation) et en l'absence de dispersion mécanique ;
- le modèle ne prend pas en compte les processus de transformation des polluants (biodégradation, hydrolyse...)
- la perméabilité de la couche de sol en contact avec la dalle et les murs est considérée comme homogène ;
- la ventilation du bâtiment et le différentiel de pression entre l'intérieur du bâtiment et le sol sont considérés comme constants.

Les études expérimentales indiquent que le modèle Johnson et Ettinger est conservateur pour les composés non chlorés. La surestimation est principalement liée à l'existence d'une biodégradation significative des composés.

Le modèle considère le bâtiment comme un seul espace avec une dispersion instantanée et homogène de la vapeur.

Impact sur les résultats de l'EQRS : conservatoire

### 5.3. INCERTITUDES LIEES AUX EXPOSITIONS

Les expositions des différentes cibles sont évaluées à partir de données statistiques moyennes pour les différentes cibles considérées ainsi que les caractéristiques de ces cibles (poids, taille).

Sur ce site, il s'agit d'un projet potentiellement tertiaire ou commercial. Il sera donc fréquenté par des travailleurs adultes, ainsi que, dans le cas d'un usage commercial, par des clients adultes et enfants.

Les temps de présence pris en compte dans notre étude sont jugés majorants :

- Les travailleurs sont considérés comme réalisant toute leur carrière sur le même site (pendant 42 ans) ;
- Les clients du commerce sont considérés présents une journée de 8 heures par semaine, toute l'année.

*Impact sur les résultats de l'EQRS : majorant*

### 5.4. INCERTITUDE LIEE A L'ABSORPTION DES POLLUANTS

SOCOTEC HSE a pris pour hypothèse de départ le principe que tous les polluants inhalés sont absorbés par l'organisme. Cette hypothèse est majorante du fait de la non prise en compte d'un éventuel facteur d'absorption.

*Impact sur les résultats de l'EQRS : majorant*

### 5.5. INCERTITUDES LIEES AUX VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

L'évaluation de la toxicité des substances a été réalisée à partir des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans les bases de données consultées. Ces VTR sont données :

- pour une voie d'exposition (inhalation, ingestion, contact cutané) ;
- pour une durée d'exposition (aiguë, sub-chronique, chronique).

Ces valeurs sont susceptibles de varier suivant l'origine des données. Lorsque pour une substance donnée, plusieurs VTR étaient disponibles dans les différentes bibliographies, la hiérarchisation préconisée par la circulaire DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre d'études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués a été privilégiée.

*Impact sur les résultats de l'EQRS : conservatoire à majorant*

### 5.6. INCERTITUDES LIEES AUX CALCULS DES RISQUES

Les valeurs seuils définissant les risques acceptables, issues des circulaires du 8 février 2007, sont à considérer pour un même effet pour la santé et un même organe cible.

Dans le cadre de la présente étude, les risques ont été cumulés quel que soit l'effet et l'organe cible correspondant. Cette approche, menée sur la base du principe de précaution, est extrêmement conservatrice.

*Impact sur les résultats de l'EQRS : conservatoire à majorant*

## **5.7. CONCLUSION CONCERNANT LES INCERTITUDES**

Notre approche a été une approche basée sur des hypothèses réalistes ou sécuritaires. La situation la plus pénalisante a été prise en considération chaque fois que c'était possible. L'étude réalisée est donc globalement conservatrice à majorante.

Du fait du nombre limité d'échantillons, la conclusion de ce rapport est limitée aux points et aux horizons dont les échantillons ont été analysés dans le cadre des conditions météorologiques des jours d'intervention.

Du fait des connaissances historiques et documentaires en notre possession, la conclusion de ce rapport est limitée aux éléments et composés chimiques recherchés.

Pareillement, les recommandations formulées dans ce rapport tiennent compte de l'utilisation future du site et de sa configuration. Toute modification notable du site pourra donc entraîner des dispositions particulières supplémentaires le cas échéant.

## 6. CONCLUSIONS

---

Dans le cadre d'un futur projet immobilier portant sur l'ancien site CPO, situé au 160, Rue de l'Aérodrome à NIORT (79), et compte tenu de la présence de contaminations hydrocarburées résiduelles dans les sols et les gaz des sols, après travaux de dépollution, vous avez souhaité que SOCOTEC HSE procède à la réalisation d'une analyse des enjeux sanitaires, afin de vérifier la compatibilité sanitaire entre l'état de contamination du site et la configuration future du projet.

### 6.1. CONSTATS

Deux scénarii d'usage ont été considérés dans le cadre de la présente étude : un usage de type tertiaire (pour lequel les futures cibles seront uniquement les travailleurs, en bureaux) et un usage commercial (pour lequel les futures cibles seront les travailleurs mais aussi les clients du site).

Sur la base des informations en notre possession (taux de contamination des milieux) et des hypothèses d'aménagement du site, la voie principale d'exposition considérée a été l'inhalation d'air ambiant à l'intérieur des bâtiments.

**Sans mesure de gestion, les risques calculés mettent en évidence des quotients de danger (QD) largement inférieurs à 1 et des excès de risques individuels (ERI) largement inférieurs à  $10^{-5}$  pour l'ensemble des cibles considérées, dans le cadre des deux scénarii d'usage retenus.**

L'évaluation des incertitudes a montré que la démarche adoptée était globalement conservatrice et majorante. Cette étude a été menée sur les bases des connaissances actuelles de l'état du site, des connaissances et des données disponibles lors de l'élaboration de cette analyse des enjeux sanitaires, de l'état de l'art en la matière d'étude de risques pour la santé, des données toxicologiques actuellement disponibles, du projet d'aménagement tel que nous le connaissons et des hypothèses sur les usagers futurs.

Cette étude sanitaire porte uniquement sur les usages envisagés sur site, sans utilisation des eaux souterraines.

### 6.2. RECOMMANDATIONS

#### 6.2.1. Respect des hypothèses de base de l'étude

Les résultats de la présente étude sont valables dans le cadre d'un usage futur du site conforme aux hypothèses de départ, prises pour la réalisation de l'analyse des enjeux sanitaires.

Ainsi, tout usage des eaux souterraines, au droit du site, sera à proscrire, sans étude préalable.

Un recouvrement superficiel des sols du site devra être mis en place : dalle béton au droit des bâtiments, enrobé bitumineux ou graves au droit des zones de voirie et stationnement, et une épaisseur minimale de 30 cm au droit d'éventuels futurs espaces verts.

Les caractéristiques des bâtiments qui seront implantés au droit du site devront être conformes à la réglementation en vigueur en termes de ventilation des locaux.

#### 6.2.2. Orientation spécifique des déblais de terrassement non inertes

Sur la base des constats des études préalables, dans le cas d'éventuels travaux de terrassement au droit des zones de contaminations résiduelles, en fond et parois des fouilles de dépollution, les déblais ne seront pas admissibles en installation de stockage de déchets inertes (ISDI). Ils devront être orientés vers des installations de stockage ou de traitement adaptées (type biocentre ou

ISDND), sous réserve d'acceptation préalable, suivant la réglementation en vigueur (élaboration de bordereaux de suivi de déchets et transport par une entreprise agréée).

### **6.2.3. Conservation de la mémoire :**

Les futurs acquéreurs devront être informés de l'état des milieux et des mesures de gestion prises ou à prendre : ils devront garantir à leur tour le maintien des mesures mises en place. Plus généralement, la mémoire sur la localisation des contaminations en place et leurs caractéristiques devront être conservées de manière pérenne dans les documents d'urbanisme et de copropriété.

Dans le cas d'un changement d'usage ultérieur, il conviendra au responsable de ce changement d'usage de vérifier la compatibilité entre ce dernier et l'état des sols. Ce changement d'usage devra être conforme au Plan Local d'Urbanisme (PLU).

Saint-Herblain, le 10 février 2017



Marine COLINEAUX-PLOT  
Chef de Projets – Sites et Sols Pollués  
Bureau de Nantes

## 7. GLOSSAIRE

---

<b>AEP :</b>	Alimentation en Eau Potable
<b>ARS :</b>	Agence Régionale de Santé
<b>BASIAS :</b>	Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Services
<b>BASOL :</b>	Base de données des Sites et Sols Pollués
<b>BRGM :</b>	Bureau des Recherches Géologiques et Minières
<b>BSS :</b>	Banque du Sous-Sol
<b>BTEX :</b>	Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes
<b>COHV :</b>	Composés Organiques Halogénés Volatils
<b>ETM :</b>	Eléments Traces Métalliques
<b>FOD :</b>	Fuel-Oil Domestique
<b>GNR :</b>	Gasoil Non Routier
<b>HAP :</b>	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
<b>HCT :</b>	Hydrocarbures Totaux
<b>ICPE :</b>	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
<b>IGN :</b>	Institut Géographique National
<b>ISDD :</b>	Installation de Stockage de Déchets Dangereux
<b>ISDND :</b>	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
<b>ISDI :</b>	Installation de Stockage de Déchets Inertes
<b>LQ :</b>	Limite de quantification
<b>MEDD :</b>	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
<b>PCB :</b>	PolyChloroBiphényles
<b>POC :</b>	Pesticides Organo-Chlorés

## **8. ANNEXES**

---

**Annexe 1 :** Plan cadastral du terrain d'étude

**Annexe 2 :** Schéma conceptuel

**Annexe 3 :** Caractéristiques physico-chimiques des substances

**Annexe 4 :** Toxicité des substances

**Annexe 5 :** Données d'entrée – Modèle Johnson & Ettinger

## **ANNEXE 1**

Département :  
DEUX SEVRES

Commune :  
NIORT

Section : HK  
Feuille : 000 HK 01

Échelle d'origine : 1/1000  
Échelle d'édition : 1/500

Date d'édition : 09/02/2017  
(fuseau horaire de Paris)

Coordonnées en projection : RGF93CC47  
©2016 Ministère de l'Économie et des  
Finances

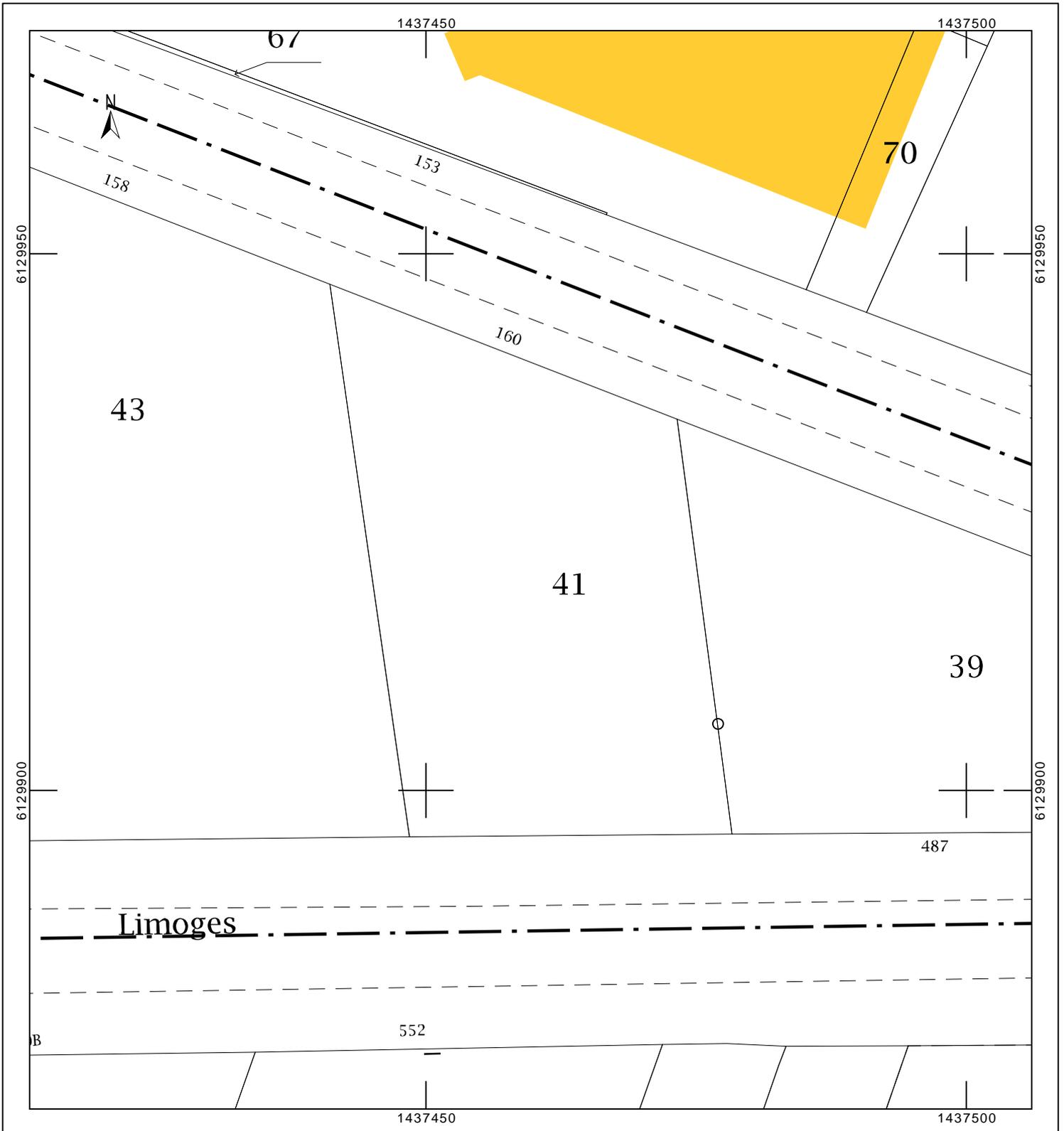
DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES

-----  
EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL  
-----

Le plan visualisé sur cet extrait est géré  
par le centre des impôts foncier suivant :  
CDIF NIORT  
171 Avenue de PARIS 79061  
79061 NIORT CEDEX 9  
tél. 05 49 09 98 65 -fax 05 49 09 90 72  
cdif.niort@dgfip.finances.gouv.fr

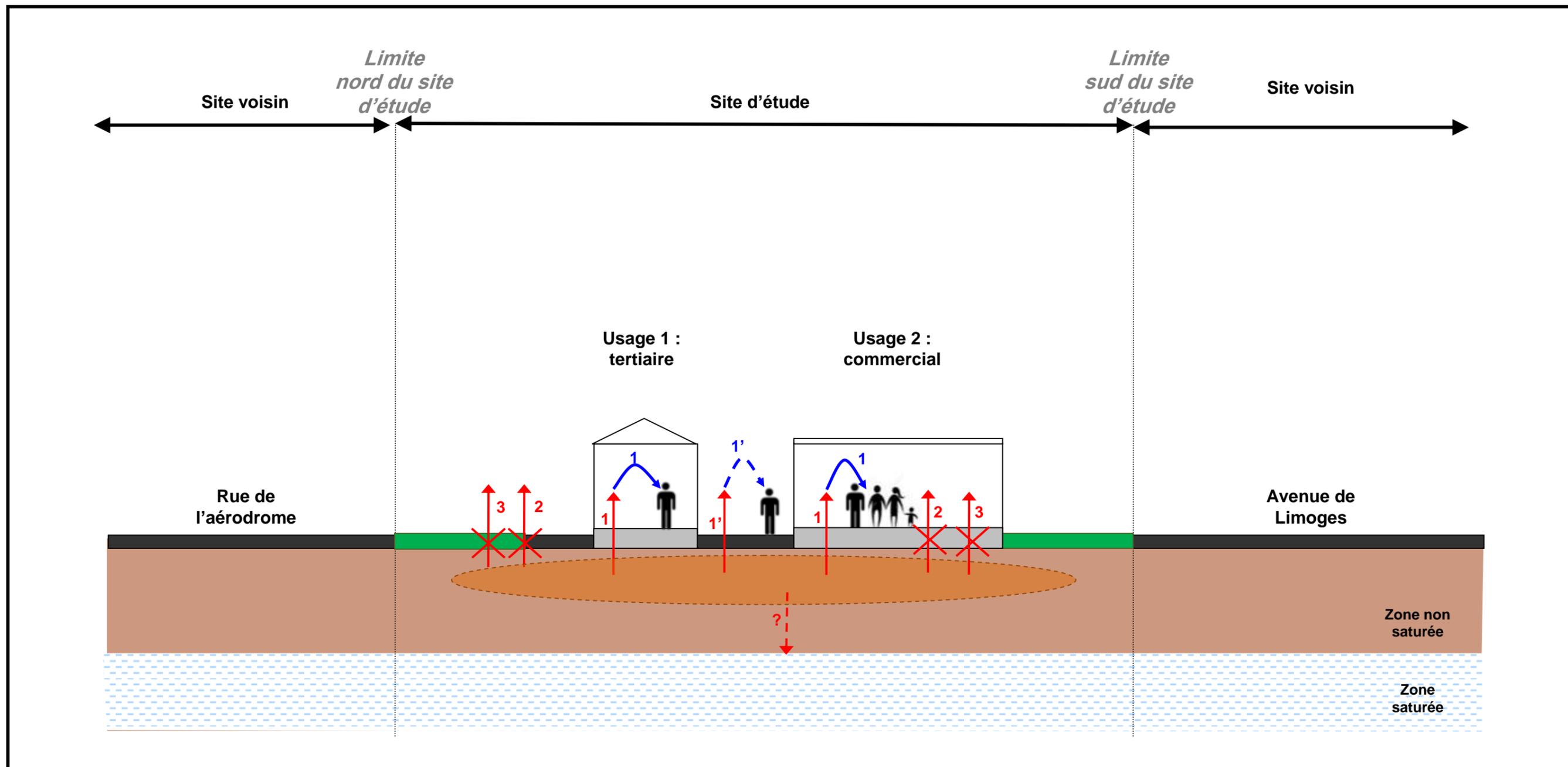
Cet extrait de plan vous est délivré par :

cadastre.gouv.fr





## **ANNEXE 2**



**Légende :**

**Voies de transfert :**

- 1 Volatilisation de substances volatiles
- 2 Mise en suspension de poussières de sol
- 3 Contact direct
- ? Transfert non connu
- X Voie de transfert bloquée

**Voies d'exposition retenue :**

- 1 Inhalation d'air ambiant intérieur

**Voies d'exposition négligée :**

- 1' Inhalation d'air ambiant extérieur

**Cibles :**

- Travailleur adulte
- Clients du commerce

**Source de contamination :**

- Contamination des sols et des gaz des sols par des composés hydrocarbonés volatils
- Enrobé bitumineux
- Terres végétales saines
- Dalle béton

## **ANNEXE 3**

Substances	Solubilité	Volatilité	Comportement			Biodégradation / Sous-produits
			Dans l'air	Dans l'eau	Dans les sols	
<b>HYDROCARBURES TOTAUX</b>						
<b>n-Hexane à n-Nonane C6H14 à C9H20</b>	Faible Max 9,5 mg/l à 25°C pour n-Hexane	Volatils	Sous forme gazeuse	Volatilisation importante Adsorption sur les matières en suspension et les sédiments	Volatilisation importante Mobilité faible (adsorption importante)	Biodégradation susceptible de se produire mais phénomène minoritaire Dégradation anaérobie : 46% de dégradé en 8 jours (192 h) (Handbook) (SOCOTEC a considéré une ½ vie anaérobie de 200 jours) Produits de dégradation anaérobie non connus, vraisemblablement alcanes plus petits
<b>Décane à n-undecane C10H22 à C11H24</b>	Solubilité très faible (0,052 mg/L à 25°C)	Volatil	Sous forme gazeuse	Adsorption sur les matières en suspension et les sédiments Volatilisation importante	Mobilité très faible (adsorption forte) Volatilisation importante	Biodégradation susceptible de se produire mais phénomène minoritaire Dégradation anaérobie : peu de données étant disponibles dans les bases consultées, SOCOTEC a considéré la ½ vie anaérobie du naphthalène
<b>Dodécane à n Pentadécane C12H22 à C15H32</b>	Solubilité très faible	Volatil	Sous forme gazeuse	Adsorption sur les matières en suspension et les sédiments Volatilisation importante	Mobilité très faible (adsorption forte) Volatilisation importante	Biodégradation susceptible de se produire mais phénomène minoritaire Dégradation : ½ vie estimée de 1 à 10 j
<b>SOLVANTS AROMATIQUES</b>						
<b>Benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	Solubilité élevée (environ 1 800 mg/l à 20-25°C)	Volatilité élevée	Principalement sous forme gazeuse	Sous forme soluble Volatilisation importante	Mobile Volatilisation importante	Facilement biodégradable en conditions aérobies : ½ vie dans l'eau = 15 jours (CE-1996) Produits de dégradation aérobie : phénols, acides benzoïques ½ vie anaérobie dans les sols : 112 à 730 jours (Handbook) Produit de dégradation anaérobie présumé : hexane
<b>Toluène C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>3</sub></b>	Faible solubilité (environ 500 mg/l à 20°C)	Volatilité élevée	Sous forme gazeuse	Adsorption sur la phase particulaire Volatilisation importante	Moyennement mobile à mobile Volatilisation importante	Facilement biodégradable ½ vie aérobie dans l'eau : 4 jours (HSDB) Produits de dégradation aérobie : phénols, acides benzoïques ½ vie anaérobie dans les sols : 56 à 210 jours (Handbook) Produits de dégradation anaérobie non connus, vraisemblablement des alcanes



SOCOTEC

**CARACTERISTIQUES ET COMPORTEMENT DES SUBSTANCES CONSIDEREES**

1701E14Q5000046 – Ancien site CPO – NIORT (79)

**ANNEXE 3**

## **ANNEXE 4**

Substances	Voies d'exposition		Organes-cibles	Effets sur l'homme (toxicité chronique)	Phrases de risque
	Principale	Secondaire			
<b>HYDROCARBURES TOTAUX VOLATILS</b>					
<b>n-Hexane à n-Nonane C6H14 à C9H20</b>	Inhalation	Ingestion Contact cutané	Système nerveux central et périphérique	<ul style="list-style-type: none"> <li>effets neurotoxiques : neuropathies, dépressions, dégénération du système nerveux, vision trouble, troubles du comportement</li> <li>irritation de la peau</li> </ul>	R48/20/21 R40
<b>Décane à n-undecane C10H22 à C11H24</b>	Inhalation	Ingestion Contact cutané	Système nerveux central Appareil respiratoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu de données spécifiques disponibles pour ce composé dans les bases consultées.</li> <li>Composé peu toxique. Par extrapolation, effets sans doute similaires à ceux de l'hexane ou de l'octane.</li> <li>Irritations pulmonaires</li> </ul>	Selon composés
<b>Dodécane à n Pentadécane C12H22 à C15H32</b>	Inhalation Contact cutané	Ingestion Contact cutané	Système nerveux central Appareil respiratoire (Reins, Foie, Sang)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu de données spécifiques disponibles pour ce composé dans les bases consultées.</li> <li>Composé peu toxique. Irritations respiratoires, effets neurotoxiques éventuels.</li> <li>Irritations pulmonaires</li> </ul>	Selon composés
<b>SOLVANTS AROMATIQUES</b>					
<b>Benzène</b>	Inhalation (TA = 50%)	Orale (TA = 99% chez l'animal) Cutanée	Système hématologique Système nerveux central Système immunitaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>effets hématologiques sévères : pancytopénies, anémies aplasiques</li> <li>altérations de l'immunité cellulaire et humorale</li> <li>effets cardio-vasculaires</li> <li>effets neurologiques : atrophie, neuropathie des extrémités</li> </ul>	R48/23/24/25 R45
<b>Toluène</b>	Inhalation (TA = 50%)	Orale (TA = 100%) Cutanée (TA = 1%)	Système Nerveux Central Tissus adipeux Foie, Reins Fœtus Lait maternel	<ul style="list-style-type: none"> <li>dysfonctionnement cérébraux, pyramidaux et cognitifs : tremblements, ataxie, troubles de la mémoire, atrophie du cervelet</li> <li>perte d'audition dans les hautes fréquences</li> <li>syndrome psycho-organique : neurasthénie, diminution de la réponse aux tests psycho-moteurs</li> <li>éventuelles atteintes rénales et hépatiques</li> </ul>	R48/23/24/25 R45

TA = Taux d'absorption

ND = Non déterminé

R00 : phrases de risque

	<b>EFFETS SUR LA SANTE ET TOXICITE DES SUBSTANCES CONSIDEREES</b>	<b>ANNEXE 4</b>
	1701E14Q5000046 – Ancien site CPO – NIORT (79)	

## **ANNEXE 5**

## Modèle Johnson et Ettinger « GAZ DES SOLS »

Symbole	Paramètres	Valeur	Unité	Source
$T_s$	Température moyenne du sol	10	°C	SOCOTEC HSE
$L_F$	Epaisseur entre le niveau 0 du projet et le terrain	1	cm	SOCOTEC HSE
$L_s$	Epaisseur entre le niveau 0 du projet et la profondeur d'échantillonnage	150	cm	SOCOTEC HSE
$H$	Epaisseur de la contamination	150	cm	SOCOTEC HSE
$h_A$	Epaisseur de la strate de sol A	150	cm	SOCOTEC HSE
$\rho_b^A$	Densité apparente de la strate A	1,66	g/cm <sup>3</sup>	Johnson et Ettinger
$n^A$	Porosité totale de la strate A	0,375	-	Johnson et Ettinger
$\theta_w^A$	Porosité efficace de la strate A	0,054	-	Johnson et Ettinger
$L_B$ et $W_B$	Longueur et largeur du local	400*500 (Bureau) 17000*20000 (Commerce)	cm	SOCOTEC HSE
$H_B$	Hauteur sous-plafond du local	250	cm	SOCOTEC HSE
$L_{crack}$	Epaisseur de la dalle du local	13	cm	SOCOTEC HSE
$w$	Largeur des fissures du local	0,0444 (Bureau) 1,8378 (Commerce)	cm	SOCOTEC HSE
$ER$	Taux de ventilation du local	1 (Bureau) 4 (Commerce)	Vol.h <sup>-1</sup>	SOCOTEC HSE + INERIS
$D_p$	Différence de pression sol-building	40	g/cm.s <sup>2</sup>	Valeur par défaut de Johnson et Ettinger
$C_s$	Concentration de la substance dans les sols source	Fonction de la substance	µg/m <sup>3</sup>	SOCOTEC HSE