SOCOTEC
AGENCE DE TROYES
59 rue Raymond Poincaré
CS 50 252
10004 TROYES CEDEX
Tél. 03 25 73 62 70
Fax 03 25 73 60 77
E-mail : cconstruction.troyes@socotec.fr

MAIRIE DE CHAUNY
PLACE DE L'HOTEL DE VILLE
02 300 CHAUNY

INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX – CODE IEM

Selon la mission IEM
des normes NF X31-620

SERVICE CERTIFIÉ LNE
SITES ET SOLS POLLUÉS
NF X 31-620-2
ÉTUDES, ASSISTANCE ET CONTRÔLE

SERVICE CERTIFIÉ LNE
SITES ET SOLS POLLUÉS
NF X 31-620-3
INGÉNIERIE DES TRAVAUX DE RÉHABILITATION

- Référence de votre site : **Société EPOXY HARMONIE**
- Date d'édition du rapport : **13/01/14**
- Dossier n° : **FAE7025 – version 3**
- Référence du rapport : **14730/13/991-OD/OD**

Ce rapport comprend 47 pages et 6 annexes

- Auteur du rapport : **Olivier DENIS**
- Chef de projet : **Olivier DENIS**
- Superviseur : **Katie FRISCHER**

SOMMAIRE

1 RESUMES 5

1.1 RESUME NON TECHNIQUE 5
1.2 RESUME TECHNIQUE 6

2 CONTEXTE DE LA MISSION 7

3 METHODOLOGIE APPLIQUEE 9

3.1 NORMES ET REGLEMENTATION 9
3.2 DOCUMENTS DE REFERENCE 9

4 CAMPAGNE D'ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES – A210 10

4.1 PRELEVEMENTS, MESURES, OBSERVATIONS ET ANALYSES 10
4.1.1 Strategie d'investigations 10
4.1.2 choix des paramètres a analyser 11
4.1.3 Principe de prélèvements des échantillons d'eaux souterraines 12
4.1.4 observations 12
4.1.5 Mesures et analyses 13
4.1.6 resultats d'analyses 13
4.2 INTERPRETATION DES RESULTATS 15
4.2.1 Métaux (Nickel et zinc) 15
4.2.2 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) 15
4.2.3 Composes organo-halogenes volatils (COHV) 15
4.3 INCERTITUDES 15
4.4 SYNTHESE DES CONTAMINATIONS DANS LA NAPPE D'EAUX SOUTERRAINES 16

5 SCHEMA CONCEPTUEL 17

5.1 IDENTIFICATION DES SOURCES DE POLLUTION 17
5.2 IDENTIFICATION DES MILIEUX D'EXPOSITION 17
5.3 IDENTIFICATION DES VOIES DE TRANSFERT HORS SITE 18
5.4 IDENTIFICATION DES CIBLES 19
5.5 IDENTIFICATION DES MODES D'EXPOSITION 19
5.6 SYNTHESE 20

6 ANALYSE QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES DEFINIE PAR L'IEM – A320 22

6.1 PREAMBULE 22
6.2 METHODOLOGIE DE L'EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES 22
6.2.1 etapes de la demarche 22
6.2.2 evaluation des dangers et des relations dose-effets 23
6.2.3 evaluation des expositions 23
6.2.4 evaluation et quantification des risques 23
6.2.5 evaluation des incertitudes 23
6.3 EVALUATION DES DANGERS 24
6.3.1 identification des substances présentes dans les eaux souterraines 24
6.3.2 evaluation des dangers des substances 24
6.3.3 sélection des substances 29
- Exposition via l'inhalation de contaminants volatils dans l'air ambiant intérieur des habitations riveraines au site et dans l'air ambiant extérieur (jardins et espaces verts) 29
6.3.4 concentrations prises en consideration 29
6.4 EVALUATION DES EXPOSITIONS 30
6.4.1 inhalation d'air ambiant intérieur 30
6.4.2 inhalation d'air ambiant exterieur 31
6.5 DETERMINATION DES CONCENTRATIONS DANS LES MILIEUX D'EXPOSITION 33
6.5.1 determination des concentrations en contaminants dans l'air ambiant intérieur 33

6.5.2 determination des concentrations en contaminants dans l'air ambiant extérieur *33*
6.6 DETERMINATION DES DOSES D'EXPOSITION 35
6.6.1 détermination des doses d'exposition pour l'inhalation d'air ambiant intérieur *35*
6.6.2 détermination des doses d'exposition pour l'inhalation d'air ambiant extérieur *35*
6.7 EVALUATION DES RISQUES 36
6.7.1 Relations dose-effets et valeurs toxicologiques de référence *36*
6.8 CALCUL DES RISQUES 37
6.8.2 Interprétation *41*
6.9 ÉVALUATION DES INCERTITUDES 41
6.9.1 incertitudes liées aux paramètres d'entrée *41*
6.9.2 incertitudes liées à l'utilisation des modèles *42*
6.9.3 incertitudes liées aux scénarios d'exposition *44*
6.9.4 incertitude liée a l'absorption des contaminants *45*
6.9.5 incertitudes liées aux valeurs toxicologiques de référence *45*
6.9.6 incertitudeS liéeS aux calculs de risques *45*
6.9.7 conclusion concernant les incertitudes *45*
7 CONCLUSIONS ET RECOMMMANDATIONS 46

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Localisation des points d'eaux souterraines (Infoterre, BRGM) *10*
Figure 2 : Localisation des piézomètres sur site *11*
Figure 3 : Carte des contaminations dans les eaux souterraines *16*
Figure 4 : protection des eaux souterraines (BRGM, quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices, rapport final, Juin 2010) *17*

1 RESUMES

1.1 Résumé non technique

Nom et adresse du client	MAIRIE DE CHAUNY Place de l'Hôtel de ville 02 300 CHAUNY
Intitulé du rapport	Interprétation de l'état des milieux – code IEM
Localisation du site	3 place de Notre Dame – 02 300 Chauny
Usage du site	Activité de fabrication de meubles et de matelas Activité de ferronnerie, dégraissage des métaux aux solvants chlorés et application de peintures à base de résines époxydiques Dépôts d'hydrocarbures Actuellement sans usage
Sources de contamination	Eaux souterraines contaminées en naphtalène, acénaphtène, cis 1,2-dichloroéthylène, trans 1,2-dicloroéthylène, chlorure de vinyle
Résultats de l'IEM	L'interprétation réalisée sur les analyses d'eaux prélevées dans la zone aval du site aboutit à la conclusion suivante : **pour le paramètre chlorure de vinyle, existence d'une zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie.**
Conclusions et Recommandations	Réaliser des prélèvements de l'air intérieur des habitations situées en aval hydraulique du site. Etablir un suivi de la qualité des eaux souterraines sur site pour observer l'évolution des teneurs dans la nappe. En cas de recensement d'un puits en aval direct du site, s'assurer de la qualité des eaux souterraines sur ce puits et réactualiser l'Interprétation de l'Etat des Milieux.

1.2 Résumé technique

Intitulé mission	Interprétation de l'état des milieux – code IEM
Code mission	IEM de la norme NFX31-620 de juin 2011

Référentiel méthodologique législatif, réglementaire et technique	- les textes du MEDD (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable) en date du 8 février 2007 ainsi que ses outils :
	  - le guide du MEDD « Les outils de diagnostics »
	  - le guide du MEDD « Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement »
	  - le guide du MEDD « L'interprétation de l'état des milieux – Grille de calcul »
	- le référentiel Certification SSP LNE : "certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués" : révision n° 0 - 30/05/2011
	- les normes NF X31-620 en date de juin 2011.

Investigations sur site	Le 1er mars 2013
Activité(s)/Installation(s) à risque(s) non négligeable(s) recensée(s) :	Activité de fabrication de meubles et de matelas Activité de ferronnerie, dégraissage des métaux aux solvants chlorés et application de peintures à base de résines époxydiques Dépôts d'hydrocarbures Actuellement sans usage
Sources de contamination	Eaux souterraines contaminées en naphtalène, acénaphtène, cis 1,2-dichloroéthylène, trans 1,2-dicloroéthylène, chlorure de vinyle
Voies d'exposition	Inhalation de polluants par vaporisation d'eaux souterraines contaminées
Résultats de l'IEM	L'interprétation réalisée sur les analyses d'eaux prélevées dans la zone aval du site aboutit à la conclusion suivante : **pour le paramètre chlorure de vinyle, existence d'une zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie.**
Conclusions et Recommandations	Réaliser des prélèvements de l'air intérieur des habitations situées en aval hydraulique du site. Etablir un suivi de la qualité des eaux souterraines sur site pour observer l'évolution des teneurs dans la nappe avant d'engager tout plan de gestion. En cas de recensement d'un puits en aval direct du site, s'assurer de la qualité des eaux souterraines sur ce puits et réactualiser l'Interprétation de l'Etat des Milieux.

2 CONTEXTE DE LA MISSION

Dans le cadre du projet d'acquisition du terrain anciennement exploité par EPOXY HARMONIE, situé sur les parcelles cadastrales n°190, 191 et 192 section AE de la commune de Chauny, la mairie de Chauny (02) a sollicité en 2011 la société SOCOTEC pour la réalisation d'un diagnostic de sols potentiellement pollués (*Rapport SOCOTEC DAJ3873 n°14730/11/3934-KF/KF du 10/11/2011 qui a été actualisé en 2013 par le rapport FAE7025 n°14730/13/973-OD/OD du 9/09/2013*) sur ce site.

Ce diagnostic de sols a principalement mis en évidence les éléments suivants :

- une contamination généralisée des sols en métaux et en trichloroéthylène dans les sols du site ;
- une contamination en HCT dans les sols au droit de la grande cour extérieure, des bâtiments « stockage », « poudrage » et « dégraissage » ;
- une contamination des sols en HAP dans les sols à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments « stockage », « montage », « poudrage » et « dégraissage ». Des composés volatils ont été identifiés.

Trois piézomètres de surveillance ont été installés sur site : 1 en amont et 2 en aval hydraulique. Les analyses indiquent une contamination des eaux souterraines en nickel, zinc, COHV et HAP en aval hydraulique du site.

Une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) a été menée par SOCOTEC afin de vérifier la compatibilité de l'état du site avec son usage futur.

Pour le scénario pris en considération (création de voiries, parkings et espaces verts) et les voies d'exposition considérées (inhalation d'air ambiant extérieur par le personnel d'entretien des espaces verts et les enfants jouant sur les espaces verts), les niveaux de risques sont acceptables conformément aux circulaires du 8 février 2007.

Au vu des recommandations et des conclusions formulées dans ce rapport, SOCOTEC a été sollicité pour la réalisation d'une **Interprétation de l'Etat des Milieux** – code IEM – afin d'identifier la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages constatés.

Cette étude a été réalisée 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).

La présente étude **a été réalisée selon les missions codifiées des normes NF X31-620 de juin 2011** correspondant aux « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués » :

- **Des investigations de terrain** – code A220 :

- Prélèvements d'eaux souterraines
- Analyses en laboratoire agréé
- Interprétation des résultats
- Rapport

- **Schéma conceptuel**

- **Analyse des enjeux sanitaires** – code A320

- **Interprétation de l'Etat des Milieux** – code IEM : l'objectif est l'analyse et la gestion des résultats du diagnostic selon les dispositions fixés pour la démarche.

3 METHODOLOGIE APPLIQUEE

3.1 Normes et réglementation

Cette étude a été réalisée suivant la politique nationale de gestion des sites et sols pollués :

- les **textes du MEDD** (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable) en date du 8 février 2007 ainsi que ses outils :
  - le guide du MEDD « Les outils de diagnostics » du 8 février 2007 ;
  - le guide du MEDD « Schéma conceptuel et modèle de fonctionnement » du 8 février 2007 ;
  - le guide du MEDD « L'interprétation de l'état des milieux – Grille de calcul » du 8 février 2007 ;
  - les bases de données relatives à la qualité des sols – BRGM – 2007.
- le référentiel **Certification SSP LNE :** "certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués" : révision n° 0 - 30/05/2011 ; avec les domaines certifiés : A – études, assistance et contrôle et B – ingénierie des travaux de dépollution (adresse internet du site LNE : www.lne.fr) ;
- les **normes NF X31-620** en date de juin 2011 correspondant aux « Prestations de services relatives aux sites et sols pollués ».

3.2 Documents de référence

Les documents de référence utilisés pour la réalisation de la présente étude est le suivant :

- Rapport de Diagnostic des sols – Diagnostic approfondi et EQRS réalisés par SOCOTEC en novembre 2011 (*Rapport SOCOTEC DAJ3873 n°14730/11/3934-KF/KF du 10/11/2011 qui a été actualisé en 2013 par le rapport FAE7025 n°14730/13/973-OD/OD du 9/09/2013*)

4 CAMPAGNE D'ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES – A210

4.1 Prélèvements, mesures, observations et analyses

4.1.1 STRATEGIE D'INVESTIGATIONS

Suite au constat d'une contamination des eaux souterraines au droit du site en 2011 (*Rapport SOCOTEC DAJ3873 n°14730/11/3934-KF/KF du 10/11/2011 qui a été actualisé en 2013 par le rapport FAE7025 n°14730/13/973-OD/OD du 9/09/2013*), des recherches ont été effectuées en février 2013 sur l'existence de puits en aval du site dans le but d'analyser les eaux de la nappe hors site et de vérifier si l'état de la nappe présente un risque pour les populations exposées hors site.

Localement, l'écoulement de la nappe d'eaux souterraines est dirigé de Sud à Sud-Ouest.

D'après la Banque de Données du Sous-Sol (BSS) du BRGM qui répertorie les différents ouvrages souterrains, 4 points d'eau ont été recensés à proximité du site d'étude. Ils sont présentés sur la carte ci-après.

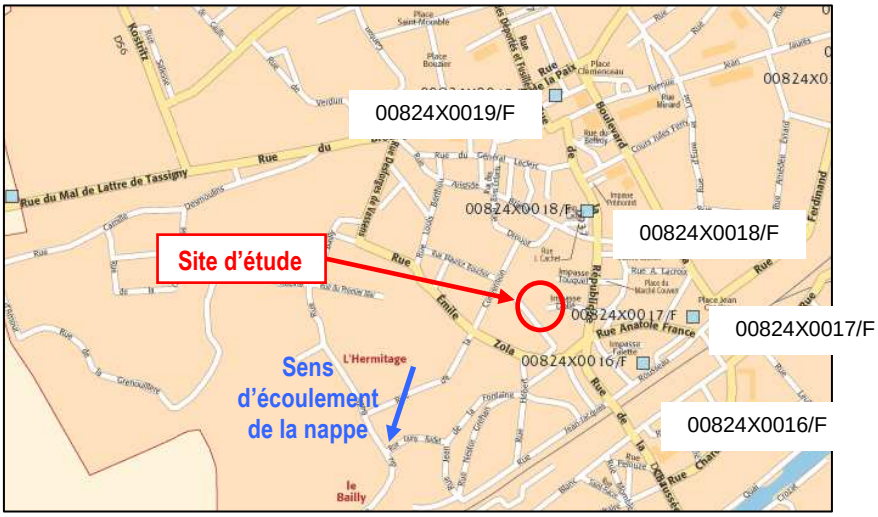


Figure 1 : Localisation des points d'eaux souterraines (Infoterre, BRGM)

Les ouvrages n°00824X0019/F et 00824X0018/F sont situés en amont hydraulique du site.

L'ouvrage n°00824X0017/F est un puits implanté à l'intérieur d'une blanchisserie. Il est situé en position hydraulique latérale par rapport au site d'étude.

L'ouvrage n°00824X0016/F est situé en aval direct d'une blanchisserie. De plus, il est localisé en position hydraulique latérale par rapport au site d'étude.

Aucun de ces 4 points d'eaux souterraines n'est situé en aval direct du site. Par conséquent, aucun de ces 4 ouvrages n'a fait l'objet de prélèvements d'eaux souterraines.

Des demandes auprès de l'A.R.S. Picardie et de la D.D.T. de l'Aisne ont été effectuées. Les captages d'eau potable sont situés en amont hydraulique du site. Aucun forage recensé par ces administrations n'est localisé en aval du site, à proximité directe.

Enfin, une enquête de terrain a été réalisée le 22 février 2013. Malgré la présence de jardins dans le quartier, aucun puits n'a été observé à proximité directe du site d'étude. Un porte-à-porte a été mené : aucun puits n'a été signalé.

Dans le but de caractériser l'état de la nappe et d'évaluer le risque sur les populations riveraines du site, et suite à l'absence de puits répertoriés en aval direct du site d'étude, des prélèvements d'eaux souterraines ont été réalisés sur les 2 piézomètres Pz1 et Pz2 dans la zone aval du site d'étude.

La localisation des prélèvements effectués est donnée est donnée sur la carte ci-après

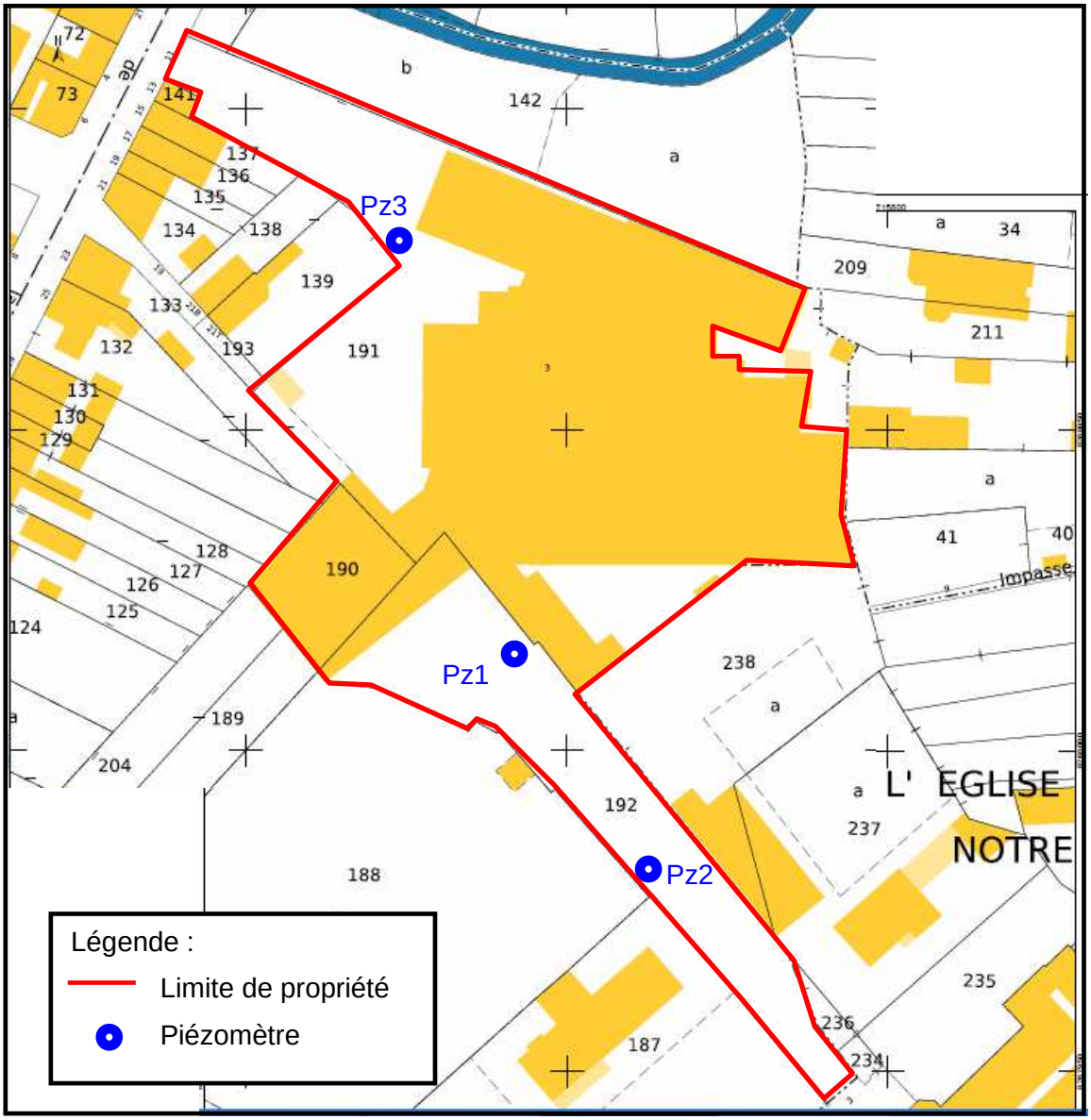


Figure 2 : Localisation des piézomètres sur site

4.1.2 CHOIX DES PARAMÈTRES A ANALYSER

Les paramètres détectés dans les eaux souterraines lors du diagnostic de sol en 2011 ont été recherchés. Il s'agit des paramètres suivants :

Piézomètre soumis à prélèvement	Polluants analysés	Normes d'analyse
Pz1 et Pz2 (en aval du site)	HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	NF EN ISO 17 993
	Métaux : Ni, Zn	NF EN ISO 11 885
	COHV	NF EN ISO 10 301

4.1.3 PRINCIPE DE PRÉLÈVEMENTS DES ÉCHANTILLONS D'EAUX SOUTERRAINES

Les prélèvements d'eaux souterraines ont été réalisés selon le fascicule documentaire FDX 31-615 de décembre 2000 relative aux prélèvements et échantillonnage des eaux souterraines dans un forage et selon la norme NF EN ISO 5667-3 de juin 2004 relative aux lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau.

Les prélèvements d'eaux souterraines ont été effectués le 1er mars 2013. Une purge correspondant à au moins trois fois le volume d'eau de chaque piézomètre a été réalisée, le prélèvement n'est intervenu qu'après stabilisation des paramètres physico-chimiques suivants : pH, conductivité et température.

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une pompe immergée descendue au fond du piézomètre de type TWISTER présentant un débit de 7,5 l/min.

4.1.4 OBSERVATIONS

Le temps était beau et sec lors de prélèvements.

L'eau présentait une couleur limpide, sans irisation de surface sur les piézomètres Pz1 et Pz2.

Les profondeurs de nappe ont été relevées lors des prélèvements d'eaux souterraines.

	Pz1 aval	Pz2 aval
Profondeur de la nappe (par rapport au sol)	1,67 m	1,72 m

4.1.5 MESURES ET ANALYSES

Cinq flacons en verre ont été remplis pour analyse sur chacun des piézomètres. Les flacons ont été conditionnés immédiatement après prélèvement dans une glacière.

Les échantillons ont été conservés au réfrigérateur le jour du prélèvement, et ont été envoyés le lendemain du prélèvement au laboratoire d'analyses EUROFINS, par un transporteur professionnel, pour analyses.

Chaque flacon, soigneusement étiqueté, comportait les informations suivantes :

- ☑ Référence projet (CHAUNY).
- ☑ Date de prélèvement (01/03/13).
- ☑ N° d'échantillon (Pz1 et Pz2).
- ☑ Nature du prélèvement (eaux souterraines).

Le laboratoire EUROFINS est accrédité COFRAC et possède l'agrément ministériel pour toutes les analyses effectuées. Il a été choisi par SOCOTEC et fait l'objet d'un protocole d'accord.

4.1.6 RESULTATS D'ANALYSES

Les résultats d'analyses sont comparés aux valeurs de référence issues des documents suivants :

- ☑ La circulaire DCE n°2006/18 du 21 décembre 2006 : définition du « bon état » pour les eaux souterraines ;
- ☑ L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine ;
- ☑ La directive de qualité pour l'eau de boisson : recommandations 2004 de l'OMS.

En l'absence de valeurs de référence, les résultats d'analyses sont comparés aux limites de détection du laboratoire.

Les résultats des analyses sont présentés dans le tableau page suivante.

ANNEXE 1 : Résultats d'analyses d'eaux souterraines

Lecture des résultats :

/ : non analysé

Les valeurs apparaissant en rouge témoignent d'un dépassement des valeurs guide ou des limites de détection du laboratoire.

Paramètres	Normes d'analyse	Fonds géochimiques EAU (µg/l)				*Piézomètres* (µg/l)	
		Bon état [1]	Eau brute [2]	Eau potable [2]	OMS [3]	Pz1 (aval)	Pz2 (aval)
Métaux lourds							
Ni	NF EN ISO 11 885	/	/	20	70	<5	<5
Zn		/	5 000	/	3 000	<20	<20
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques							
Naphtalène	NF EN ISO 17993	/	/	/	/	0,05	0,81
Acénaphtylène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Acénaphtène		/	/	/	/	<0,01	0,02
Fluorène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Anthracène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Fluoranthène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Pyrène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Benzo(a)anthracène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Chrysène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranthène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranthène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Benzo(a)pyrène		/	/	0,01	/	<0,01	<0,01
Dibenzo(ah)anthracène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Phénanthrène		/	/	/	/	<0,01	0,01
Benzo(ghi)pérylène		/	/	/	/	<0,01	<0,01
Somme des HAP		/	/	/	/	0,05<x<0,2	0,84<x<0,97
Somme 6 HAP*		/	1	/	/	<0,06	<0,06
COHV							
Dichlorométhane	NF ISO 10301	/	/	/	20	<5	<5
Trichlorométhane (Chloroforme)		/	/	/	300	<2	<2
Tétrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)		/	/	/	4	<1	<1
Trichloroéthylène		10	/	10	20	<1	<1
Tétrachloroéthylène		10	/		40	<1	<1
1,1-dichloroéthane		/	/	/	/	<2	<2
1,2-dichloroéthane		/	/	3	30	<1	<1
1,1,1-trichloroéthane		/	/	/	/	<2	<2
1,1,2-trichloroéthane		/	/	/	/	<5	<5
Cis 1,2-dichloroéthylène		/	/	/	50	298	1560
Trans 1,2-dichloroéthylène		/	/	/		2,8	5
Chlorure de vinyle		/	/	0,5	/	254	364
1,1-dichloroéthylène		/	/	/	/	<2	<2
Bromochlorométhane		/	/	/	/	<5	<5
Dibromométhane		/	/	/	/	<5	<5
Bromodichlorométhane		/	/	/	/	<5	<5
Dibromochlorométhane		/	/	/	/	<2	<2
1,2-dibromoéthane		/	/	/	/	<1	<1
Tribromométhane (Bromoforme)		/	/	/	/	<5	<5
Somme des COHV		/	/	/	/	554,8<x<600,8	1929<x<1974

** fluoranthène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, benzo(ghi)pérylène, indeno(1,2,3-c,d)pyrène*

(1) Circulaire DCE n°2006/18 du 21 décembre 2006 : Définition du "bon état" pour les eaux souterraines

(2) Arrêté du 11 janvier 2007 : Limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine

(3) Directive de qualité pour l'eau de boisson : recommandations 2004 de l'OMS

Tableau 1 : Résultats d'analyses des eaux souterraines

4.2 Interprétation des résultats

4.2.1 MÉTAUX (NICKEL ET ZINC)

Les métaux nickel et zinc n'ont pas été détectés dans les eaux souterraines sur les 2 piézomètres Pz1 et Pz2 situés en aval du site.

4.2.2 HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

Le napthalène a été détecté dans les eaux souterraines avec des teneurs respectives de 0,05 µg/l et 0,81 µg/l sur les piézomètres Pz1 et Pz2.

L'acénaphtène a été détecté au niveau du piézomètre Pz2 avec une teneur de 0,02 µg/l.

Pour les 2 piézomètres prélevés, la somme des 6 HAP dans les eaux souterraines est en-dessous du seuil réglementaire.

4.2.3 COMPOSES ORGANO-HALOGENES VOLATILS (COHV)

Les paramètres cis-1,2 dichloroéthylène, trans-1,2 dichloroéthylène et chlorure de vinyle ont été détectés dans les eaux souterraines prélevées dans les piézomètres Pz1 et Pz2.

Les teneurs mesurées pour ces 3 paramètres sont très supérieures aux seuils réglementaires des eaux souterraines.

4.3 Incertitudes

Analyse des incertitudes

Il existe une incertitude en ce qui concerne les analyses en laboratoire. D'un laboratoire à l'autre, les seuils de détection sont plus ou moins élevés et les modes opératoires ainsi que les méthodes d'analyses différentes impliquent des valeurs fluctuantes.

Moyens de limiter les incertitudes

Pour diminuer les incertitudes sur les méthodes analytiques qui sont effectuées selon des méthodes normalisées par un laboratoire accrédité, il aurait été possible d'effectuer plusieurs mesures sur le même sous-échantillon de laboratoire et d'en déterminer la moyenne et l'écart-type.

4.4 Synthèse des contaminations dans la nappe d'eaux souterraines

Une synthèse des contaminations dans la nappe d'eaux souterraines est donnée sur la carte ci-après.

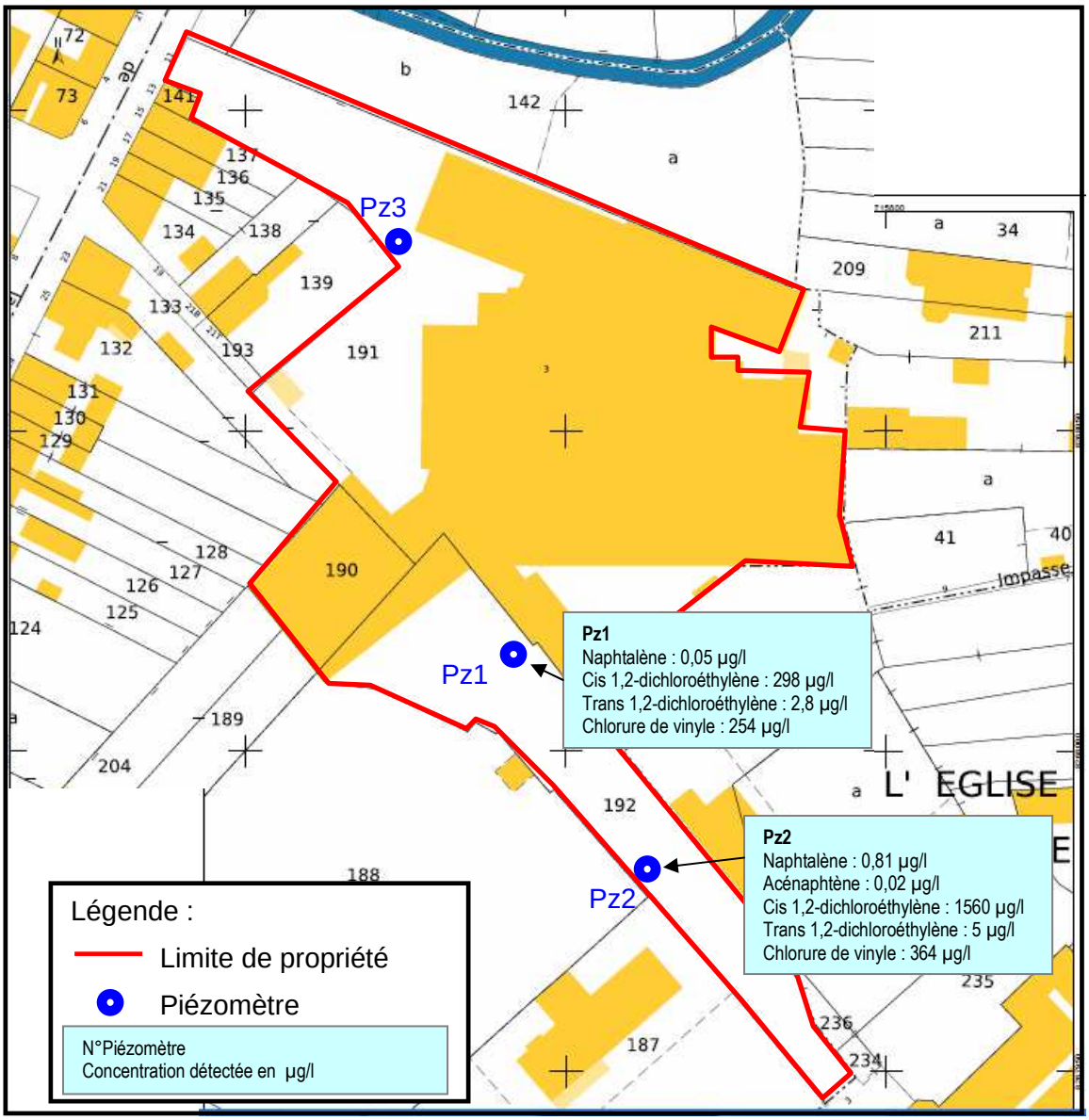


Figure 3 : Carte des contaminations dans les eaux souterraines

5 SCHEMA CONCEPTUEL

Le schéma conceptuel est détaillé en considérant les usages hors site, ainsi que les contaminations identifiées dans les eaux souterraines prélevées le 1er mars 2013.

5.1 Identification des sources de pollution

Les sources de contamination retenues dans le cadre de la présente étude sont constituées par :

- les eaux souterraines qui s'écoulent au droit du site et qui présentent des contaminations en naphtalène, acénaphtène, cis-1,2 dichloroéthylène, trans-1,2 dichloroéthylène et chlorure de vinyle relevées sur les piézomètres Pz1 et Pz2 du site.

→ Les eaux souterraines constituent des sources de pollution.

Il est à noter que les eaux souterraines sont directement contaminées par les sols impactés du site.

Afin de protéger les eaux souterraines de l'infiltration de pollutions mobilisables, les recommandations suivantes ont été formulées dans le rapport du Diagnostic approfondi des sols potentiellement pollués et de l'Analyse des risques sanitaires réalisé par SOCOTEC (FAE7025 – version 3) :

- mise en place d'une isolation de surface perméable ou semi-perméable afin d'empêcher (ou de limiter) la percolation des eaux de pluie à travers la zone non-saturée, puis l'infiltration des eaux souillées vers les eaux souterraines et superficielles ;
- mise en place d'un géotextile, de matériaux granulaires (drainage des eaux) et d'une couche argileuse, selon la figure de principe suivante :

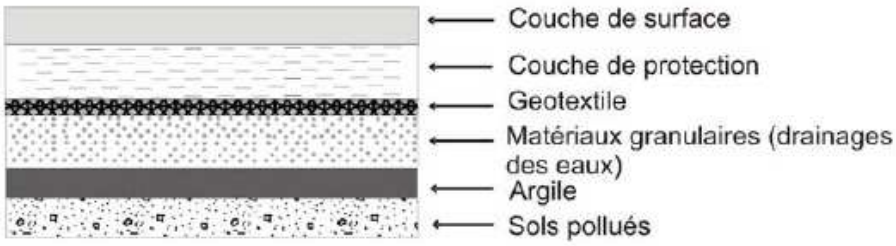


Figure 4 : protection des eaux souterraines (BRGM, quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices, rapport final, Juin 2010)

5.2 Identification des milieux d'exposition

<u>Le sol</u>

Des contaminations dans les sols superficiels et profonds sur site ont été notées lors du diagnostic de 2011. Les sols superficiels du site seront recouverts. Il n'y aura pas de transfert vers les sols hors site.

→ Par conséquent, les sols des terrains hors site, localisés à proximité du site ne sont pas considérés comme un milieu d'exposition.

L'air

Il a été mis en évidence la présence de contaminants volatils dans la nappe d'eaux souterraines au droit du site. Des émanations peuvent être émises à partir de la nappe d'eaux souterraines vers le milieu hors site.

→ Le milieu air est considéré comme milieu d'exposition par volatilisation de polluants volatils à partir de la nappe d'eaux souterraines.

Les eaux souterraines

Le site est localisé au droit d'une nappe d'eau peu profonde. Une contamination a été observée au niveau des 2 piézomètres (Pz1 et Pz2) situés dans la zone aval du site.

La consultation de la Banque de Données du Sous-Sol et l'enquête de terrain ont mis en évidence l'absence de puits en aval hydraulique direct du site.

Les captages d'alimentation en eau potable répertoriés sont situés en amont hydraulique du site d'étude.

→ Le milieu eaux souterraines n'est pas pris en considération comme milieu d'exposition hors site.

Les eaux superficielles

Le site est implanté dans un secteur urbanisé. Les eaux pluviales de ruissellement sont donc interceptées par le réseau public. Aucun rejet direct de ces eaux de ruissellement n'a lieu dans les eaux superficielles.

→ Le milieu eaux superficielles ne constitue pas de milieu d'exposition hors site.

5.3 Identification des voies de transfert hors site

Les voies de transfert hors site étudiées dans le cadre de la présente étude sont limitées aux milieux d'exposition effectivement pris en compte.

Les voies de transfert hors site considérées sont les suivantes :

Milieux d'exposition sol

Ce milieu d'exposition n'est pas retenu.

Milieux d'exposition air ambiant extérieur et intérieur

- La volatilisation des substances volatiles au droit de la nappe d'eaux souterraines hors site et leur transfert sous forme gazeuse vers l'air ambiant intérieur des habitations riveraines du site ;
- La volatilisation des substances volatiles au droit de la nappe d'eaux souterraines et leur transfert sous forme gazeuse vers l'air extérieur hors site.

Milieux d'exposition eaux souterraines

Ce milieu d'exposition n'est pas retenu.

Milieux d'exposition eaux superficielles

Ce milieu d'exposition n'est pas retenu.

5.4 Identification des cibles

Hors site, les cibles sont les personnes susceptibles d'être présentes à proximité du site :

- résidents (adultes et enfants) riverains du site, rue Emile Zola ;
- passants (adultes et enfants) de la rue Emile Zola.

5.5 Identification des modes d'exposition

Les modes d'exposition retenus au droit du site sont détaillés dans le tableau suivant :

Mode d'exposition possible	Mode d'expositions possibles retenues	Commentaire
Inhalation de substances volatiles (air ambiant intérieur et extérieur)	x	Présence de composés volatils dans les eaux souterraines

Tableau 2 : Modes d'exposition retenus sur site

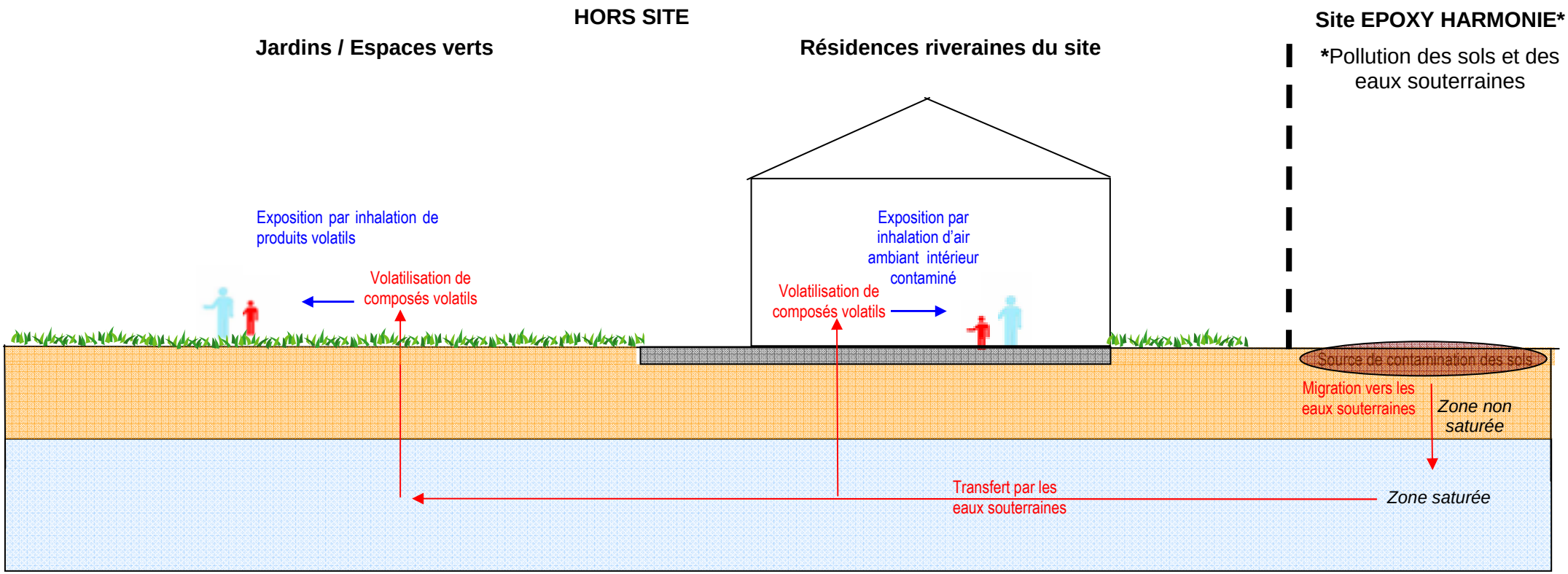
5.6 Synthèse

Milieux d'exposition	Voies de transfert	Type d'exposition	Modes d'exposition	Cibles	Caractéristiques à prendre en compte	Degré de risque
SOLS	Milieu d'exposition non retenu					
AIR AMBIANT EXTERIEUR	Emanations de substances volatiles dans l'air ambiant extérieur à partir des eaux souterraines	Indirecte	Inhalation des substances volatiles	Les résidents riverains de la rue Emile Zola (adultes et enfants) Les passants de la rue Emile Zola	Présence de polluants volatils dans les eaux souterraines	Faible
AIR AMBIANT INTERIEUR	Emanations de substances volatiles dans l'air ambiant intérieur à partir des eaux souterraines	Indirecte	Inhalation des substances volatiles	Les résidents riverains de la rue Emile Zola (adultes et enfants)	Présence de polluants volatils dans les eaux souterraines	Faible
EAUX SOUTERRAINES	Milieu d'exposition non retenu					
EAUX SUPERCIELLES	Milieu d'exposition non retenu					

Tableau 3 : Synthèse

Sur la base des éléments détaillés ci-dessus, le schéma conceptuel du site est présenté ci-après.

Légende :	CIBLES	TRANSFERT	RECOUVREMENT	
	Adulte	Potentiel	Enrobé ou dalle béton	En rouge : Voies de transfert
	Enfant	Impossible ou négligé	Jardins privés et/ou espaces verts collectifs	En bleu : Voies d'exposition



6 ANALYSE QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES DEFINIE PAR L'IEM – A320

6.1 Préambule

Lorsque la comparaison à l'état des milieux naturels voisins du site ou à l'état initial de l'environnement montre une **dégradation des milieux et que des valeurs de gestion ne sont pas disponibles**, la question de savoir dans quelle mesure cet état dégradé des milieux peut compromettre ou non son usage se pose alors.

Dans ce cas, **l'outil IEM** qui est adossé à la démarche comporte une **grille de calculs permettant une évaluation quantitative des risques sanitaires** pour les substances et les milieux qui n'ont pu être comparés aux milieux naturels ou à l'état initial de l'environnement ou à des valeurs de gestion réglementaires.

Basée sur les scénarii et les modes d'exposition identifiés, la grille est proposée pour apporter des éléments de jugement quand on ne dispose par de critères de comparaison pertinents.

Pour effectuer les calculs, les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) seront choisies conformément aux instructions de la circulaire du 30 mai 2006 du ministère en charge de la santé.

Les cibles identifiées hors site par le schéma conceptuel sont les résidents adultes et enfants riverains du site, les passants dans la rue Emile Zola.

Pour les besoins de l'étude, seuls sont pris en compte les résidents riverains du site (adultes et enfants). Les passants de la rue Emile Zola sont des cibles ayant un temps d'exposition faible (quelques minutes par jour) et ne seront, par conséquent, pas retenus dans l'évaluation quantitative des risques sanitaires.

Les cibles retenues pour l'analyse des risques sanitaires et les scénarii d'expositions correspondant sont détaillés dans le tableau ci-après.

Cibles pris en compte dans l'analyse des risques sanitaires	Scénario d'exposition
Riverains du site EPOXY HARMONIE *Adultes et enfants*	Inhalation de contaminants volatils dans l'air ambiant extérieur et intérieur à partir de la nappe d'eaux souterraines

Tableau 4 : Scénario d'exposition par cibles

6.2 Méthodologie de l'évaluation quantitative des risques sanitaires

6.2.1 ETAPES DE LA DEMARCHE

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

- évaluation des dangers et des relations dose-effets ;
- évaluation des expositions ;
- évaluation des risques ;
- évaluation des incertitudes ;
- conclusions et recommandations.

6.2.2 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 hors site et sur 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 hors site et sur site 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.

6.2.3 EVALUATION DES EXPOSITIONS

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

6.2.4 EVALUATION ET QUANTIFICATION DES RISQUES

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

6.2.5 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.

6.3 Evaluation des dangers

6.3.1 IDENTIFICATION DES SUBSTANCES PRÉSENTES DANS LES EAUX SOUTERRAINES

Les composés retenus dans les eaux souterraines sont ceux détectés lors des prélèvements effectués le 1er mars 2013 par SOCOTEC, en concentrations supérieures aux valeurs limites de détection du laboratoire ou aux normes de potabilité.

Paramètres retenus dans le milieu eaux souterraines
HAP
Naphtalène Acénaphtène
COHV
Cis 1,2 dichloroéthylène Trans 1,2 dichloroéthylène Chlorure de vinyle

Tableau 5 : Substances présentes dans les eaux souterraines

Ces composés ont été retenus pour faire l'objet d'une sélection pour leur prise en compte éventuelle dans le calcul de risque.

6.3.2 EVALUATION DES DANGERS 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, etc.) ;
- ses **effets sur la santé** (dangers associés, relations dose/effets, organes-cibles, voies d'exposition, etc.) : 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 quelque 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 contaminant 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 seront issues de la consultation des bases de données suivantes :

ATSDR ; IRIS (US-EPA) ; HSDB ; INERIS ; INRS ; TERA ; INCHEM ; JRC/ECB (classement CE des substances dangereuses).

6.3.2.1 Caractéristiques physico-chimiques

Les particularités de l'élément sélectionné pour la présente évaluation quantitative des risques sanitaires sont reprises dans le tableau ci-après.

		n° CAS	Solubilité	Volatilité	Comportement			Biodégradation
					Dans l'air	Dans l'eau	Dans les sols	
HAP	**Acénaphtène**	83-32-9	• Mobilité négligeable dans le sol • Faible solubilité dans l'eau	Volatilité importante	Sous forme gazeuse	Volatilisation importante	Volatilisation importante	• Peu biodégradable dans l'eau : 0% de dégradation après 4 semaines (CITI, 1992), demi-vies de 49 à 408 jours en milieux aqueux non adapté (Howard et al., 1991) • Des essais de dégradation par une culture enrichie en bactéries du sol ont montré que la dégradation n'était jamais totale et qu'elle pouvait s'apparenter à un processus d'humification (Ressler et al., 1999)
	Naphtalène	91-20-3	Faible solubilité (30-34 mg.L à 20-25°C)	Volatilité importante	Sous forme gazeuse	• Adsorption modérée • Volatilisation importante	• Adsorption modérée • Lixiviable • Volatilisation importante	Biodégradable : • ½ vie aérobie dans l'eau de surface : 150 jours (CE, 1996) • ½ vie anaérobie dans les sols : 25 à 258 jours (Handbook) Produits de dégradation anaérobie non connus, vraisemblablement des hydrocarbures aromatiques plus petits tels que le benzène
COHV	**Cis 1,2-dichloroéthylène**	156-59-2	Solubilité élevée (3500 mg/L à 25°C)					
	Trans 1,2-dichloroéthylène	156-60-5	Solubilité élevée (6300 mg/L à 25°C)					
	Chlorure de vinyle	75-01-4	Solubilité (1100 mg/L à 20°C)					

6.3.2.2 Effets sur la santé – Toxicité des substances

		N°CAS	Voies d'exposition chez l'Homme	Organes cibles	Toxicologie chronique chez l'ho	
					Effets systémiques	Effe
H A P	**Acénaphtène**	83-32-9	• **Voie cutanée** • **Voie orale** • **Voie respiratoire**	• Foie • Organes de reproduction • Poumon • Système sanguin	Pas d'études sur l'homme	
	Naphtalène	91-20-3	• Voie cutanée • Voie orale • **Voie respiratoire**	• Système digestif • Yeux	• Anémies hémolytiques • Malaises, céphalées, vomissements • Opacité du cristallin sans conséquence sur l'acuité visuelle •"*Peut potentiellement entraîner une cataracte*"	"*Potentiell hémolytique s*
COHV	**Cis 1,2-dichloroéthylène**	156-59-2	• Voie orale • Voie respiratoire	Données absentes	Pas d'étude sur l'homme	
	Trans 1,2-dichloroéthylène	156-60-5	• **Voie orale** • **Voie respiratoire**	Absence de données	Pas d'étude sur l'homme	
					• Atteinte du système digestif, anorexie, nausées, ulcères	

6.3.2.3 Effets cancérigènes

Le tableau ci-dessous reprend les classements des substances pour les organismes CIRC, UE et US-EPA.

Tableau 6 : Classement des effets cancérigènes par les organismes reconnus

		N°CAS	CIRC-IARC	US EPA (IRIS)	UE
HAP	**Acénaphtène**	83-32-9	Groupe 3 (2010)	Abs. données	NR
	Naphtalène	91-20-3	Groupe 2B (2002)	Classe C (1998)	Catégorie 3
COHV	**Cis-1,2-dichloroéthylène**	156-59-2	NR	Classe D (1995)	-
	Trans-1,2-dichloroéthylène	156-60-5	NR	Abs. données	NR
	Chlorure de vinyle	75-01-4	Groupe 1	Classe A (2000)	Catégorie 1

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

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

Classement de l'Union Européenne (UE) :

- ✓ ***Catégorie 1*** *: substance que l'on sait être cancérogène pour l'homme*
  R45 : Peut causer le cancer
  R49 : Peut causer le cancer par inhalation
- ✓ ***Catégorie 2*** *: substance devant être assimilée à des substances cancérogènes pour l'homme.*
  R45 : Peut causer le cancer
  R49 : Peut causer le cancer par inhalation
- ✓ ***Catégorie 3*** *: substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles.*
  R40 : Effet cancérogène suspecté. Preuves insuffisantes.

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

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

6.3.3 SÉLECTION DES SUBSTANCES

Les substances sont sélectionnées à partir des substances identifiées dans le paragraphe précédent : substances présentant des concentrations supérieures aux limites de quantification du laboratoire ou aux normes de potabilité (référence de qualité) dans les eaux prélevées le 1er mars 2013.

- Exposition via l'inhalation de contaminants volatils dans l'air ambiant intérieur des habitations riveraines au site et dans l'air ambiant extérieur (jardins et espaces verts)

Les substances considérées sont les substances volatiles identifiées dans le milieu eaux souterraines :

- les HAP (naphthalène, acénaphtène) ;
- les COHV (cis 1,2-dichloroéthylène, trans 1,2-dichloroéthylène, chlorure de vinyle).

6.3.4 CONCENTRATIONS PRISES EN CONSIDERATION

Les concentrations retenues sont, par principe de précaution, **les concentrations maximum détectées** sur les piézomètres prélevées le 1er mars 2013 dans le milieu eaux souterraines.

Elles correspondent aux teneurs mesurées sur le piézomètre Pz2.

Tableau 7 : Concentrations retenues dans le milieu eaux souterraines

Paramètres	**Piézomètre Pz2**
	teneurs maximales observées sur le piézomètre Pz2 (en **µg/l**)
HAP	
naphtalène	0,81
acénaphtène	0,02
COHV	
Cis-1,2-dichloroéthylène	1 560
Trans-1,2-dichloroéthylène	5
Chlorure de vinyle	364

6.4 Evaluation des expositions

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

- « Méthode de calcul des valeurs de constat d'impact », Outils méthodologiques de l'INERIS, novembre 2001 ;
- « 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) ;
- « 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/P-65/002Fa, Août 1997).

6.4.1 INHALATION D'AIR AMBIANT INTÉRIEUR

⇨ *Rappel : cibles prises en compte : résidents riverains du site (adultes et enfants)*

Les scénarii d'exposition pris en considération afin de déterminer les quantités moyennes de contaminants inhalés dans l'air ambiant intérieur des habitations pour les populations résidentielles sont repris ci-après.

- **Quantité journalière d'air inhalée :**

Les quantités moyennes d'air inhalé sont issues de la méthode de calcul des VCI dans les sols, INERIS, novembre 2001.

- **Durée d'exposition :**

Les durées d'exposition sont issues de la méthode de calcul des VCI dans les sols, INERIS, novembre 2001.

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

Pour le résident adulte sédentaire :

- Hiver : 23 h/jour – 7 jours/semaine – 26 semaines/an, soit 4186 h/an
- Eté : 16 h/jour – 7 jours/semaine – 26 semaines/an, soit 2912 h/an

Durée d'exposition totale annuelle : 7098 h/an soit **295,75 j/an**.

Pour l'enfant de 0 à 6 ans :

Il est considéré comme sédentaire de 0 à 3 ans et allant à l'école de 3 à 6 ans.

Soit : 295,75 j/an sur ses 3 premières années puis, à partir de 3 ans :

- Hiver : 14 h/jour – 5 jours/semaine et 23 h/jour – 2 jours/semaine – 26 semaines/an, soit 3016 h/an
- Eté : 12 h/jour – 7 jours/semaine et 12 h/jour – 2 jours /semaine – 26 semaines/an, soit 5200 h/an

Durée d'exposition totale annuelle : **216,66 j/an**.

Nous prendrons une moyenne annuelle sur 6 ans de **256,25 j/an**.

Tableau 8 : Expositions air intérieur

Paramètres d'exposition	Résident enfant (0-6 ans)	Résident adulte sédentaire
Quantité journalière d'air inhalée (m^3/j)	20	20
Durée d'exposition T (années)	6	24
Fréquence d'exposition réelle annuelle F (j/an)	256,25	295,75
Durée de vie moyenne TM (jours) substances à seuil	365	365
Durée de vie moyenne TM (jours) substances sans seuil	25 550 j (= 70 ans)	25 550 j (= 70 ans)
Poids moyen PM (kg)	15	70

6.4.2 INHALATION D'AIR AMBIANT EXTERIEUR

⇨ Rappel : cibles prises en compte : résidents riverains du site (adultes et enfants)

Les scénarii d'exposition détaillés ci-après ont été pris en considération afin de déterminer les quantités moyennes de contaminants inhalées dans l'air ambiant extérieur et intérieur pour les différentes cibles étudiées.

- **Quantité journalière d'air inhalée :**

Les quantités moyennes d'air inhalé sont issues de la méthode de calcul des VCI dans les sols, INERIS, novembre 2001.

- **Durée d'exposition :**

Les durées d'exposition sont issues de la méthode de calcul des VCI dans les sols, INERIS, novembre 2001.

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

Pour le résident adulte sédentaire :

- Hiver : 1 h/jour – 7 jours/semaine – 26 semaines/an, soit 182 h/an
- Eté : 8 h/jour – 7 jours/semaine – 26 semaines/an, soit 1456 h/an

Durée d'exposition totale annuelle : 1638 h/an soit **68,25 j/an**.

Nous rappelons que le résident adulte est considéré comme étant présent en permanence sur le site.

Pour l'enfant de 0 à 6 ans :

Il est considéré comme sédentaire de 0 à 3 ans et allant à l'école de 3 à 6 ans donc non sédentaire.

Soit : 68,25 j/an sur ses 3 premières années puis, à partir de 3 ans :

- Hiver : 1 h/jour – 7 jours/semaine – 26 semaines/an, soit 182 h/an
- Eté : 3 h/jour – 5 jours/semaine et 12 h/jour – 2 jours /semaine – 26 semaines/an, soit 1014 h/an

Durée d'exposition totale annuelle : 49,83 j/an.

Nous prendrons une moyenne annuelle sur 6 ans de **59,04 j/an**.

Tableau 9 : Expositions air extérieur

Paramètres d'exposition	**Résident enfant (0-6 ans)**	**Résident adulte sédentaire**
Quantité journalière d'air inhalée (m^3/j)	20	20
Durée d'exposition T (années)	6	24
Fréquence d'exposition réelle annuelle F (j/an)	59,04	68,25
Durée de vie moyenne TM (jours) substances à seuil	365	365
Durée de vie moyenne TM (jours) substances sans seuil	25 550 jours (= 70 ans)	25 550 jours (= 70 ans)
Poids moyen PM (kg)	15	70

6.5 Détermination des concentrations dans les milieux d'exposition

6.5.1 DETERMINATION DES CONCENTRATIONS EN CONTAMINANTS DANS L'AIR AMBIANT INTÉRIEUR

Les concentrations en polluants gazeux à l'intérieur des bâtiments sont déterminées par l'intermédiaire du modèle de Johnson et Ettinger proposé par l'US EPA, sur la base des équations de Johnson et Ettinger (1991).

Les feuilles de calcul utilisées à partir des concentrations dans les eaux souterraines sont les feuilles GW-ADV (version 3.1. de février 2004).

➔ Caractéristiques des pavillons riverains du site

Pour la modélisation de la volatilisation de polluants à partir des eaux souterraines, il est considéré les éléments suivants (scénario le plus pénalisant) :

- aucun sous-sol et vide-sanitaire n'est présent ;
- le pavillon a une superficie d'environ 100 m², de dimensions 10 m × 10 m et une hauteur sous plafond de 2,5 m

Les caractéristiques d'un pavillon riverain du site sont d'ordre général afin de déterminer la concentration des contaminants dans l'air ambiant intérieur du pavillon.

Les résultats de la modélisation sont présentés dans la feuille de calcul « Inhalation par volatilisation dans l'air intérieur » en annexe.

ANNEXE 2 : Feuilles de calcul Johnson et Ettinger

6.5.2 DETERMINATION DES CONCENTRATIONS EN CONTAMINANTS DANS L'AIR AMBIANT EXTÉRIEUR

La méthode permettant de quantifier la volatilisation de contaminant vers l´air ambiant extérieur à partir d'une source située dans les nappes d´eau souterraine repose sur les équations de l'ASTM, reprises par le modèle RBCA.

Le modèle se présente sous la forme d'un classeur Excel comportant des feuilles de données d'entrée et des feuilles de données de sortie.

Le modèle va considérer une simple dilution uniforme du polluant dans une « boîte » qui a pour base la surface polluée (nappe d'eaux souterraines) et pour hauteur la hauteur des voies respiratoires de la cible humaine considérée, et qui est balayée par un vent faible considéré comme unidirectionnel et permanent.

Ce modèle est appliqué en vertu du principe de proportionnalité en tant que meilleure connaissance disponible. Il est applicable pour les polluants sous forme vapeur et n'est pas valable dans les cas suivants :

- *pour les polluants diffusant très peu dans l'air (calculs pénalisants car les polluants sont dilués au ras du sol et n'arrivent pas à migrer jusqu'aux voies respiratoires) ;*
- *en dehors des sources d'émanation de vapeurs ;*
- *pour les vents forts et turbulents (calculs pénalisants car les polluants migrent rapidement au-dessus des voies respiratoires) ;*
- *pour calculer des concentrations au-dessus de 100 m de différence d'altitude à partir du niveau du sol.*

La direction du vent est choisie de manière pénalisante, constamment perpendiculaire au plus petit côté de la boîte, ce qui limite en permanence la dilution par rapport à un vent qui serait perpendiculaire au plus grand côté de la boîte ou à sa diagonale.

Le modèle RBCA est basé sur les hypothèses suivantes :

- *concentrations de polluants uniformes sur toute la hauteur considérée ;*
- *conditions météorologiques simplifiées à l'extrême (vent faible unidirectionnel permanent).*

Pour les eaux souterraines, la concentration en volatil dans l´air ambiant est calculé en (mg/m^3) par la formule suivante :

$$C_{air\ ext} = \frac{10^3 . C_{eau} . H}{1 + \left(\frac{U_{air}\ \delta_{air}\ Lgw}{W . D_{ws}^{eff}} \right)}$$

avec : Ceau *: Concentration en contaminant volatil dans l'eau souterraine (mg/l)*

H : Constance de Henry (cm^3 eau / cm^3 air)

U_{air} *: Vitesse du vent (cm/s)*

δ_{air} *: Hauteur de la couche de mélange (cm)*

Lgw *: Distance entre le haut de la nappe d'eau souterraine et la surface du sol (zone des franges capillaires comprise) (cm)*

W : Largeur de la source parallèle à l'écoulement du vent (cm)

D_{ws}^{eff} *: Diffusion efficace de la zone au-dessus de la nappe d'eau souterraine (cm²/s)*

➔ Dans l'hypothèse retenue par SOCOTEC, les valeurs utilisées sont les suivantes :

- ✓ **Vitesse moyenne du vent** : 1 m/s (valeur par défaut) ;
- ✓ **Hauteur des voies respiratoires** : 1,60 m pour un adulte et 1 m pour un enfant ;
- ✓ **Distance entre le haut de la nappe d'eau souterraine et la surface du sol** : 1,70 m.

Les différentes concentrations ainsi obtenues figurent sur la feuille « RBCA » présentée en annexe.

ANNEXE 3 : Feuilles de calcul RBCA

6.6 Détermination des doses d'exposition

6.6.1 DÉTERMINATION DES DOSES D'EXPOSITION POUR L'INHALATION D'AIR AMBIANT INTÉRIEUR

Les doses d'exposition par inhalation sont appréciées par le calcul de « concentrations moyennes inhalées » (CI).

D'après le guide méthodologique « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » (Version 0, approuvé le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable et mis en application le 8 février 2007), les concentrations moyennes inhalées sont déterminées de la manière suivante :

$$CI = \left(\sum_i (C_i \times t_i) \right) \times F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée [mg/m³ ou µg/m³]
Ci : concentration de contaminant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti [mg/m³ ou µg/m³]
Ti : fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée ; est équivalent au terme (Ti/24) mentionné dans le document IEM
F : fréquence d'exposition : nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours [sans unité] ; est équivalent à (Ef/365) mentionné dans le document IEM
T : durée d'exposition [années]
Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée [années]

6.6.2 DÉTERMINATION DES DOSES D'EXPOSITION POUR L'INHALATION D'AIR AMBIANT EXTÉRIEUR

Les doses d'exposition par inhalation sont appréciées par le calcul de « concentrations moyennes inhalées » (CI).

D'après le guide méthodologique « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » (Version 0, approuvé le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable et mis en application le 8 février 2007), les concentrations moyennes inhalées sont déterminées de la manière suivante :

$$CI = \left(\sum_i (C_i \times t_i) \right) \times F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée [mg/m³ ou µg/m³]
Ci : concentration de contaminant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti [mg/m³ ou µg/m³]
Ti : fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée ; est équivalent au terme (Ti/24) mentionné dans le document IEM
F : fréquence d'exposition : nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours [sans unité] ; est équivalent à (Ef/365) mentionné dans le document IEM
T : durée d'exposition [années]
Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée [années]

6.7 Evaluation des risques

6.7.1 RELATIONS DOSE-EFFETS ET VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

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

Deux types de substances sont pris en compte :

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

Les concentrations de référence pour l'inhalation sont :

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

Les valeurs toxicologiques de référence prises en considération dans l'étude sont mentionnées dans les tableaux ci-après.

6.7.1.1 *Valeurs de référence utilisées pour les substances toxiques non cancérigènes : CTM inhalation*

Tableau 10 : Valeurs toxicologiques de référence – Effets non cancérigènes – Inhalation

Substances	Effets non cancérigènes		
	Valeur de référence *mg/m3*	Source	Année d'évaluation
H.A.P.			
Acénaphtène	2.10^{1}	TPH Working Group (1997)	
Naphtalène	3.10^{-3}	US EPA	1998
C.O.H.V.			
Cis 1,2-dichloroéthylène	0,03	RIVM	2001
Trans 1,2-dichloroéthylène	0,794	ATSDR	2012
Chlorure de vinyle	0,1	US EPA	2000

6.7.1.2 *Valeurs de référence utilisées pour les substances cancérigènes : ERU inhalation*

Tableau 11 : Valeurs toxicologiques de référence – Effets cancérigènes – Inhalation

Substances	Effets cancérigènes		
	Valeur de référence $(mg/m3)^{-1}$	Source	Année d'évaluation
H.A.P.			
Acénaphtène	8.10^{-4}	Conversion avec FET à partir de B(a)p = 8.10^{-1} (US EPA 1994)	
Naphtalène	$3,4.10^{-2}$	OEHHA	2005
C.O.H.V.			
Cis 1,2-dichloroéthylène	Absence de VTR (*)		
Trans 1,2-dichloroéthylène	Absence de VTR (*)		
Chlorure de vinyle	$8,8.\ 10^{-3}$	US EPA	2000

(*) Ces éléments ne présentent pas de VTR avec seuil par inhalation. Ils n'ont donc pas été considérés dans les calculs de risques pour cette voie de transfert

6.8 Calcul des risques

6.8.1.1 *Méthode liée à l'utilisation de la grille de calcul IEM*

La grille de calculs permet de procéder à une évaluation quantitative des risques sanitaires en complément des éléments de comparaison déjà existants. Pour chacun des modes d'exposition considérés et pour chacun des polluants, la grille permet le calcul de la dose ingérée ou inhalée de polluants, c'est-à-dire les expositions théoriques, pur la traduire sous forme de niveaux de risques associés.

Pour chacune des voies d'exposition calculées, le risque sera caractérisé par le calcul :

- d'un **quotient de danger (QD)** pour les substances à seuil d'effet,

- d'un **excès de risque individuel théorique (ERI)** pour les substances sans seuil d'effet.

La **forme générale de l'équation retenue** est celle qui permet de calculer un quotient de danger théorique, ou un excès de risque individuel théorique, en fonction de la dose journalière d'exposition ou de la concentration moyenne inhalée théorique, et de la valeur toxicologique de référence :

$$QD = \frac{DJE}{VTR\ (ingestion)} \quad \text{ou} \quad QD = \frac{CI}{VTR\ (inhalation)}$$

ou

$$ERI = DJE \times VTR\ (ingestion) \quad \text{ou} \quad ERI = CI \times VTR\ (inhalation)$$

Avec :

QD : quotient de danger, calculé pour des substances à seuil d'effet (sans dimension)
ERI : Excès de risque individuel théorique, calculé pour des substances sans seuil d'effet (sans dimension)
DJE : pour la voie ingestion, dose journalière d'exposition théorique (mg/kg/j)
CI : pour la voie inhalation, concentration moyenne inhalée théorique (mg/m^3)
VTR : valeur toxicologique de référence pour la substance testée, correspondant à :

- *une dose journalière (mg/kg/j) ou une concentration dans l'air (mg/m^3) si la substance testée a un seuil d'action,*
- *l'inverse d'une dose journalière ($(mg/kg/j)^{-1}$) ou d'une concentration dans l'air ($(mg/m^3)^{-1}$) si la substance est sans seuil d'effet.*

➔ *Additivité des risques*

Pour rester cohérent avec la gestion effective des risques mise en œuvre par les pouvoirs publics pour la population française, l'utilisation de cette grille conduit à considérer les substances isolément :

- sans procéder à l'additivité des risques liés aux différentes substances d'une même voie d'exposition,
- ni à l'additivité des risques entre les différentes voies d'exposition.

➔ *Intervalle de gestion des risques*

Les intervalles de gestion présentés ci-dessous ont été **définis pour interpréter les résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires menée dans le seul cadre de cette démarche** (ces intervalles ne sont pas adaptés au plan de gestion).

Intervalle de gestion des risques		L'interprétation des résultats	Les actions à engager	
Substances			Sur les milieux	Sur les usages
A effet de seuil	Sans effet de seuil			
Inférieur à 0,2	Inférieur à 10^{-6}	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés	S'assurer que la source de pollution est maîtrisée	La mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec l'état des milieux
Compris entre 0,2 et 5	Compris entre 10^{-4} et 10^{-6}	Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion	Le retour d'expériences La mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bon sens La réalisation d'une évaluation quantitative des risques réfléchie peut permettre de gérer la situation sans mener des actions lourdes	La mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec l'état des milieux
Supérieur à 5	Supérieur à 10^{-4}	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages	La définition et la mise en œuvre d'un plan de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages	

Tableau 12 : Intervalles de gestion des risques dans le cadre de l'IEM

6.8.1.2 Calculs des Quotients de danger (QD) et des Excès de Risques Individuels (ERI)

➔ *Inhalation d'air ambiant lié à la volatilisation de produits volatils*

Les calculs des quotients de risques (QD) pour les substances à seuils et des excès de risques individuels (ERI) pour les substances sans seuil sont donnés ci-dessous pour l'inhalation d'air ambiant lié à la volatilisation de produits volatils.

Tableau 13 : QD et ERI Inhalation d'air ambiant (intérieur + extérieur) lié à la volatilisation de produits volatils

	Inhalation d'air ambiant Cible « résident enfant »		Inhalation d'air ambiant Cible « résident adulte »		
Substances non cancérigènes	**Quotient de Danger**	**Excès de Risque individuel**	**Quotient de Danger**	**Excès de Risque individuel**	**Excès de risque sommé (6 ans enfant et 24 ans adulte)**
Naphtalène	0	5,2E-10	0	2,4E-9	2,9E-9
Acénaphtène	0	9E-14	0	4,5E-13	5,4E-13
Cis 1,2-dichloréthylène	0,1	Pas de VTR	0,1	Pas de VTR	Pas de VTR
Trans 1,2-dichloréthylène	0	Pas de VTR	0	Pas de VTR	Pas de VTR
Chlorure de vinyle	0,1	3,9E-6	0,1	1,8E-5	2,2E-5

ANNEXE 4 : Grilles de calculs IEM – Inhalation d'air ambiant / volatilisation – « résident enfant »

ANNEXE 5 : Grilles de calculs IEM – Inhalation d'air ambiant / volatilisation – « résident adulte »

6.8.2 INTERPRÉTATION

Nous pouvons constater que concernant l'inhalation d'air ambiant intérieur et extérieur lié à la volatilisation de produits volatils provenant de la nappe, les QD et ERI calculés pour un résident enfant et adulte sont :

- concernant l'inhalation d'air ambiant lié à la volatilisation de produits volatils provenant de la nappe d'eaux souterraines, **les QD** des paramètres analysés pour un enfant et un adulte sont **inférieurs à 0,2** ;
- concernant l'inhalation d'air ambiant lié à la volatilisation de produits volatils provenant de la nappe d'eaux souterraines, **les ERI** du chlorure de vinyle pour un enfant et un adulte sont **compris entre 10^{-4} et 10^{-6}**.

→ Pour la voie d'exposition par inhalation de substances volatiles dans l'air ambiant intérieur et extérieur et les paramètres décrits ci-dessus, les résultats montrent une ERI pour le chlorure de vinyle compris dans la zone d'incertitude et nécessitant une réflexion plus approfondie.

6.9 Évaluation des incertitudes

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

6.9.1 INCERTITUDES LIÉES AUX PARAMÈTRES D'ENTRÉE

6.9.1.1 Concentrations des contaminants dans les eaux souterraines

Incertitude liée à l'échantillonnage

Les concentrations en contaminants dans les eaux souterraines ont été déterminées à partir des résultats d'analyses des échantillons prélevés par SOCOTEC.

Les prélèvements réalisés sont des prélèvements ponctuels, effectués à un moment donné, et présentent donc une incertitude quant à leur représentativité.

Les modalités de conditionnement et conservation des échantillons sont susceptibles d'induire une incertitude liée à la perte de composé par volatilisation ou transformation.

Afin de réduire ces pertes, les échantillons ont été conditionnés en flaconnage adapté et conservés à température optimale (4°C).

Incertitude liée à l'analyse par le laboratoire

Tout résultat d'analyse présente une incertitude liée aux conditions de mise en œuvre de cette analyse par le laboratoire. Des incertitudes de mesure calculées par le laboratoire EUROFINS sont indiquées sur les rapports d'analyses.

Il est à noter que cette incertitude ne prend en compte que la mesure analytique de l'échantillon. Lors de l'estimation de l'incertitude d'une eau souterraine, la plus grande part d'incertitude provient de l'échantillonnage qui, ici, n'est pas pris en compte.

Les variations des quotients de danger et excès de risque individuels sont proportionnels aux variations des concentrations. Ainsi, même en appliquent les valeurs d'incertitudes données par

le laboratoire pour les résultats d'analyse, les conclusions du présent rapport ne seraient pas modifiées.

Prise en compte des analyses sur site

En l'absence de puits en aval hydraulique, il a été pris en compte les résultats des analyses d'eaux souterraines sur site.

➔ L'étude ici réalisée par SOCOTEC est donc de ce fait **majorante**.

6.9.1.2 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.

De nombreuses études sanitaires réalisées sur la base des circulaires du 8 février 2007 n'utilisent que les données issues de l'INERIS et ne prennent pas en compte le contaminant lorsqu'il y a une absence de donnée dans cette base.

➔ L'étude ici réalisée par SOCOTEC est donc de ce fait **majorante**.

6.9.2 INCERTITUDES LIÉES À L'UTILISATION DES MODÈLES

6.9.2.1 Modèle H.E.S.P.

Le modèle H.E.S.P. (Human Exposure to Soil Pollutants) est un modèle reconnu internationalement.

Les phénomènes de dégradation de la substance au cours du temps, de réduction de la concentration dans le sol superficiel lié à la lixiviation, à la volatilisation et au prélèvement par les plantes ne sont pas pris en compte. La concentration dans les sols est considérée comme constante au cours du temps. Il en résulte une possible surestimation de l'exposition.

Ce modèle considère que, étant donné les différentes fractions de sols dans les poussières et la concentration de matières en suspension à l'intérieur par rapport à l'extérieur, la quantité de sols inhalée est plus importante à l'intérieur qu'à l'extérieur de locaux pour une même durée. L'INERIS considère que ce résultat est plausible si l'on considère qu'il y a confinement des particules à l'intérieur des locaux.

Les valeurs données par ce modèle ont été comparées par SOCOTEC :

- à celles de la publication de l'US EPA (référence 9355-4-23 de juillet 1996) définissant une concentration en poussières de sols de $0,75.10^{-9}$ kg/m^3 qui est la valeur moyenne des valeurs mesurées sur plusieurs sites ;
- à celles équivalentes aux valeurs mesurées des concentrations en poussières totales dans l'air ambiant comprises entre 25 et 75 µg/m^3.

Dans les deux cas les données résultant d'HESP sont les plus pénalisantes.

➔ Impact sur les résultats de l'évaluation des risques sanitaire : **majorant**

6.9.2.2 Modèle de Johnson et Ettinger

Le modèle de Johnson et Ettinger permet de déterminer des concentrations dans l'air ambiant à l'intérieur des bâtiments à partir des concentrations dans les eaux souterraines (feuille GW-ADV). Ce modèle prend en compte les phénomènes de diffusion et de convection. Les principales hypothèses sur lesquelles est basé ce modèle sont les suivantes :

- le polluant est réparti de manière homogène au niveau de la zone de contamination ;
- au niveau de la source de pollution, le polluant est réparti à l'équilibre entre les différentes phases ;
- la zone de contamination est supérieure à la surface du bâtiment en contact avec le sol ;
- le modèle ne prend pas en compte les processus de transformation chimique ou biologique des polluants (biodégradation, hydrolyse, oxydoréduction) ;
- sur un plan horizontal, le sol et ses propriétés sont homogènes (les variations verticales des propriétés du sol sont prises en compte au moyen d'une superposition de couches de propriétés horizontales homogènes) ;
- la couche de sol en contact avec le bâtiment est considérée comme isotropique (notamment en terme de perméabilité) et possède un taux d'humidité constant ;
- la ventilation du bâtiment et le différentiel de pression entre l'intérieur du bâtiment et le sol sont considérés comme constants ;
- le transport des volatils est considéré comme unidimensionnel (le modèle ne tient pas compte des déviations du mouvement ascendant strictement vertical éventuellement liées à des couches géologiques particulières, à la présence de fissures dans les sols ou à la présence de racines de végétaux) ;
- seul le transport en phase vapeur est pris en compte : la diffusion à travers l'humidité du sol est considérée comme insignifiante et le transport convectif est réalisé en l'absence de mouvement d'eau au sein du sol (évaporation, infiltration et remontée d'eau de la nappe) et en l'absence de dispersion mécanique ;
- la vitesse de pénétration des volatils diminue rapidement lorsque la distance entre la contamination et le bâtiment augmente ;
- le flux de vapeur est décrit par la loi de Darcy (milieu poreux) ;
- les phénomènes de diffusion et de convection sont censés se dérouler à l'état constant (le flux de volatil n'est pas affecté par des infiltrations ou des fluctuations de la pression atmosphérique) ;
- toutes les vapeurs émises sous le bâtiment vont entrer à l'intérieur du bâtiment à moins que les sols et les murs ne soient complètement étanches à la vapeur ;

- 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.

Enfin, le modèle considère que l'ensemble des transferts de vapeur depuis les sols vers l'intérieur du bâtiment se fait à travers des fissures et ouvertures existantes dans les murs, les dalles et les fondations, ces fissures et ouvertures demeurant identiques au cours du temps. Il est basé sur un différentiel de pression constant entre le sol et l'intérieur du bâtiment. Cette hypothèse est conservatrice car elle néglige les périodes où ce différentiel est nul, par exemple pendant les périodes de temps doux où les fenêtres des bâtiments demeurent ouvertes.

Les propriétés du sol au niveau de la zone contaminée sont considérées comme identiques à celles de la couche de sol directement au-dessus et sont étendues jusqu'à une profondeur infinie. Le transport de soluté par convection et la dispersion mécanique sont négligés. Les processus de transformation (biodégradation, hydrolyse,…) ne sont pas pris en compte.

Les études expérimentales réalisées indiquent que le modèle de Johnson et Ettinger est conservateur pour les composés non chlorés mais peut sous-estimer les concentrations intérieures des composés chlorés. Ce modèle a cependant été utilisé comme faisant partie des meilleurs outils disponibles actuellement pour ce type de modélisation. 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. Il ne tient pas compte des variations possibles d'une pièce à l'autre, liées par exemple à la ventilation naturelle.

6.9.2.3 Modèle « RBCA »

Des concentrations moyennes dans l'air correspondant aux hauteurs d'inhalation des cibles ont été déterminées selon un modèle « RBCA », qui ne considère qu'une simple dilution uniforme du polluant dans la boîte considérée.

Les hypothèses suivantes ont été effectuées :

- concentrations des polluants uniformes sur toute la hauteur considérée : les hauteurs d'inhalation (hauteurs des voies respiratoires) ont été choisies parmi des valeurs basses (valeurs conservatoires) et sont nettement inférieures aux hauteurs de couche de mélange généralement considérées (200 à 2 000 m) ;
- conditions météorologiques simplifiées à l'extrême : vent unidirectionnel permanent, la vitesse de vent considérée correspond à la moyenne des vents faibles (1 m/s), a priori conservatoire. Par ailleurs, la direction considérée pour ce vent est également choisie de manière conservatoire, dans le sens d'une dilution minimale du polluant, perpendiculaire à la plus petite largeur de la zone polluée.

➔ Ces hypothèses sont a priori **conservatrices**.

6.9.3 INCERTITUDES LIÉES AUX SCÉNARIOS D'EXPOSITION

Les expositions des différentes cibles sont évaluées à partir de données statistiques moyennes concernant la fréquentation d'un lieu de travail, d'une habitation, d'un jardin, la pratique du

jardinage, la consommation journalière de fruits et légumes pour les différentes cibles considérées ainsi que les caractéristiques de ces cibles (poids, taille).

Par exemple, pour le cas d'un adulte sédentaire, on considère que ce dernier reste 24h/24h sur le site, ce qui est majorant.

➔ Impact sur les résultats de l'évaluation des risques sanitaires : **majorant**

6.9.4 INCERTITUDE LIÉE A L'ABSORPTION DES CONTAMINANTS

SOCOTEC a pris pour hypothèse de départ le principe que tous les contaminants inhalés et ingérés avec les cibles sont absorbés par l'organisme. Cette hypothèse est très majorante du fait de la non-prise-en-compte d'un éventuel facteur d'absorption.

➔ Impact sur les résultats de l'évaluation des risques sanitaires : **majorant**

6.9.5 INCERTITUDES LIÉES AUX VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

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) ;
- 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/SD. 7B n° 2006-234 du 30/05/06 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaire dans le cadre d'études d'impact a été privilégiée.

➔ Impact sur les résultats de l'évaluation des risques sanitaires : **conservatoire à majorant**

6.9.6 INCERTITUDES LIÉES AUX CALCULS DE 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'évaluation des risques sanitaires : **conservatoire à majorant**

6.9.7 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 et majorante**.

7 CONCLUSIONS ET RECOMMMANDATIONS

Dans le cadre du projet d'acquisition du terrain anciennement exploité par EPOXY HARMONIE, situé sur les parcelles cadastrales n°190, 191 et 192 section AE de la commune de Chauny, la mairie de Chauny (02) a sollicité en 2011 la société SOCOTEC pour la réalisation d'un diagnostic de sols potentiellement pollués (*Rapport SOCOTEC DAJ3873 n°14730/11/3934-KF/KF du 10/11/2011 qui a été actualisé en 2013 par le rapport FAE7025 n°14730/13/973-OD/OD du 9/09/2013*) sur ce site.

Ce diagnostic de sols a principalement mis en évidence les éléments suivants :

- une contamination généralisée des sols en métaux et en trichloroéthylène dans les sols du site ;
- une contamination en HCT dans les sols au droit de la grande cour extérieure, des bâtiments « stockage », « poudrage » et « dégraissage » ;
- une contamination des sols en HAP dans les sols à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments « stockage », « montage », « poudrage » et « dégraissage ». Des composés volatils ont été identifiés.

Trois piézomètres de surveillance ont été installés sur site : 1 en amont et 2 en aval hydraulique. Les analyses indiquent une contamination des eaux souterraines en nickel, zinc, COHV et HAP en aval hydraulique du site.

Une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) a été menée par SOCOTEC afin de vérifier la compatibilité de l'état du site avec son usage futur.

Pour le scénario pris en considération (voiries, chemins piétons et espaces verts) et les voies d'exposition considérées (inhalation d'air ambiant extérieur du personnel d'entretien des espaces verts et des enfants jouant sur les espaces verts), les niveaux de risques sont acceptables conformément aux circulaires du 8 février 2007.

Toutefois, afin de protéger les eaux souterraines de l'infiltration de pollutions mobilisables, les recommandations suivantes ont été formulées :

- mise en place d'une isolation de surface perméable ou semi-perméable afin d'empêcher (ou de limiter) la percolation des eaux de pluie à travers la zone non-saturée, puis l'infiltration des eaux souillées vers les eaux souterraines et superficielles ;
- mise en place d'un géotextile, de matériaux granulaires (drainage des eaux) et d'une couche argileuse, selon la figure de principe suivante :

D'autre part, une interdiction d'utilisation des eaux souterraines sur site a été formulée.

Enfin, toute modification d'usage du site doit être encadrée. En effet, tout projet d'intervention remettant en cause les conditions de confinement, tout projet de changement d'usage de la zone, toute utilisation de la nappe nécessite la réalisation préalable d'étude technique garantissant l'absence de risque pour la santé et l'environnement en fonction des travaux projetés.

Au vu des recommandations et des conclusions formulées dans ce rapport, SOCOTEC a été sollicité pour la réalisation d'une **Interprétation de l'Etat des Milieux** – code IEM – afin d'identifier la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages constatés.

Cette étude a été réalisée 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).

➔ En l'absence de puits répertoriés en aval direct du site, les investigations de terrain ont consisté aux prélèvements d'eaux souterraines sur les 2 piézomètres dans la zone aval du site d'étude.

Les analyses ont mis en évidence une **contamination en naphtalène, acénaphtène, cis 1,2-dichloroéthylène, trans 1,2-dichloroéthylène et chlorure de vinyle** dans les eaux souterraines.

➔ *Cibles et Scénarios d'exposition retenus*

Dans le cadre de l'utilisation des terrains riverains au site EPOXY HARMONIE, les **personnes retenues comme cibles** sont :

- les résidents riverains (adultes et enfants) de la rue Emile Zola située en aval hydraulique du site ;

Les passants dans la rue Emile Zola (adultes et enfants) sont des cibles moins exposées que les résidents et n'ont pas été retenus dans cette étude.

En l'absence de puits répertoriés en aval hydraulique du site et pouvant servir pour l'arrosage de jardins potentiels, les **scénarios d'exposition retenus** sont :

- l'inhalation d'air ambiant extérieur par **inhalation de polluant volatil provenant de la nappe d'eaux souterraines contaminée** ;
- l'inhalation d'air ambiant intérieur par **inhalation de polluant volatil provenant de la nappe d'eaux souterraines contaminée**.

➔ *Analyse quantitative des risques sanitaires – outil IEM*

Les calculs de risques réalisés à partir des grilles de l'IEM pour le naphtalène, l'acénaphtène, le cis 1,2-dichloroéthylène, le trans 1,2-dichloroéthylène et le chlorure de vinyle montrent :

- pour l'inhalation de produits volatils provenant de la nappe, les QD des paramètres cités ci-avant pour les résidents enfants et adultes sont inférieurs à 0,2 ;
- pour l'inhalation de produits volatils provenant de la nappe, les ERI du chlorure de vinyle **sont comprises entre 10^{-4} et à 10^{-6}**.

Par conséquent, selon l'interprétation des résultats dans le cadre de l'IEM, il existe une zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.

Recommandations :

Les modélisations empiriques utilisées pour évaluer de manière prédictive la diffusion des polluants dans les différents milieux et leur accumulation les lieux confinés peuvent conduire à estimer des niveaux de pollution des milieux qui ne reflètent pas la réalité.

D'autre part, les modélisations et logiciels utilisés ainsi que les incertitudes qui sont attachées à l'utilisation de ces modèles ont un impact majorant sur l'évaluation des risques sanitaires.

Les eaux souterraines peuvent poser problème du fait de phénomènes possibles de dégazage des nappes. Le dégazage de solvants chlorés de la nappe vers les habitations est une voie d'exposition possible au regard du schéma conceptuel.

Les résultats du calcul affichent un excès de risque individuel compris entre 10^{-4} et 10^{-6}. Une action complémentaire sur les risques liés à l'inhalation de solvants chlorés est donc à engager.

Par mesure de précaution, il apparaît nécessaire de procéder à des mesures dans les habitations situées en aval hydraulique direct du site. Ces mesures porteront sur des prélèvements d'air ambiant à l'intérieur des habitations pour analyses de chlorure de vinyle et de cis-1,2 dichloroétylène. Des mesures de gaz de sol, par l'intermédiaire de réalisation de piézairs, pourront permettre de compléter les mesures.

Dans le cas où les mesures détectent des substances provenant de la nappe, les risques sanitaires liés à l'inhalation devront être réévalués.

De plus, il apparaît nécessaire de **réaliser un suivi de la qualité des eaux souterraines** au droit du site, sur les 3 piézomètres (Pz1, Pz2 et Pz3). Ce suivi permettra l'observation de l'évolution de la contamination dans la nappe, notamment en chlorure de vinyle. Dans le cas d'une augmentation significative des concentrations dans les eaux souterraines, il conviendra de s'assurer de l'impact sanitaire sur les populations hors site.

En cas de recensement d'un puits situé en aval direct du site, il convient de s'assurer de la qualité des eaux souterraines sur ce puits et de réactualiser l'Interprétation de l'Etat des Milieux en fonction des usages constatés du puits.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Résultats d'analyses d'eaux souterraines
ANNEXE 2 : Feuilles de calcul Johnson et Ettinger
ANNEXE 3 : Feuilles de calcul RBCA
ANNEXE 4 : Grilles de calculs IEM – Inhalation d'air ambiant / volatilisation – « résident enfant »
ANNEXE 5 : Grilles de calculs IEM – Inhalation d'air ambiant / volatilisation – « résident adulte »

ANNEXE 1
Résultats d'analyses des eaux souterraines

eurofins | Environnement

SOCOTEC
Mr Olivier DENIS
Agence de Troyes
59 rue Raymond Poincaré
BP 70 252
10006 TROYES CEDEX

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-13-LK-016955-01 Version du : 19/03/2013
Dossier N° : 13E008642 Date de réception : 02/03/2013
Référence Dossier : N°Projet: CHAUNY
Nom Projet: CHAUNY
Référence Commande :

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
001	Eau souterraine	Pz1	(112)
002	Eau souterraine	Pz2	

(112) L'analyse des HAP a été réalisée après extraction sur un volume réduit

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande
Méthodes de calcul de l'incertitude (valeur maximisée) : (A) : Eurachem (B) : XP T 90-220

Conservation de vos échantillons	
Les échantillons seront conservés sous conditions contrôlées pendant 6 semaines pour les sols et pendant 4 semaines pour les eaux et l'air, à compter de la date de réception des échantillons au laboratoire. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part. Si vous désirez que les échantillons soient conservés plus longtemps, veuillez retourner ce document signé au plus tard une semaine avant la date d'issue.	
Conservation Supplémentaire :	..... x 6 semaines supplémentaires (LS0PX)
Nom :	Signature :
Date :	

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Site de saverne
Portée disponible sur
www.cofrac.fr
cofrac ESSAIS

eurofins | Environnement

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-13-LK-016955-01 Version du : 19/03/2013
Dossier N° : 13E008642 Date de réception : 02/03/2013
Référence Dossier : N°Projet: CHAUNY
Nom Projet: CHAUNY
Référence Commande :

N° Echantillon		001	002				Limites de Quantification
Date de prélèvement :		Mar 1 2013	Mar 1 2013				
Début d'analyse :		02/03/2013	02/03/2013				
Métaux							
LS115 : **Nickel (Ni)** Analyse réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Dosage par ICP/AES - NF EN ISO 11885*	mg/l	* <0.005 *±15% (B)*	* <0.005 *±15% (B)*				Eau souterraine : 0.005
LS111 : **Zinc (Zn)** Analyse réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Dosage par ICP/AES - NF EN ISO 11885*	mg/l	* <0.02 *±25% (B)*	* <0.02 *±25% (B)*				Eau souterraine : 0.02
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques							
LS318 : **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)** Analyse réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Extraction Liquide/Liquide et dosage par GC/MS/MS - Méthode interne selon MO/ENV/MPO/15 selon NF EN ISO 17993 (T90-090)*							
Naphtalène	µg/l	* 0.05 *±45% (B)*	* 0.81 *±45% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Acénaphthylène	µg/l	* <0.01 *±40% (B)*	* <0.01 *±40% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Acénaphtène	µg/l	* <0.01 *±30% (B)*	* 0.02 *±30% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Fluorène	µg/l	* <0.01 *±35% (B)*	* <0.01 *±35% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Anthracène	µg/l	* <0.01 *±30% (B)*	* <0.01 *±30% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Fluoranthène	µg/l	* <0.01 *±30% (B)*	* <0.01 *±30% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Pyrène	µg/l	* <0.01 *±25% (B)*	* <0.01 *±25% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Benzo(a)anthracène	µg/l	* <0.01 *±45% (B)*	* <0.01 *±45% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Chrysène	µg/l	* <0.01 *±40% (B)*	* <0.01 *±40% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	* <0.01 *±45% (B)*	* <0.01 *±45% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	* <0.01 *±45% (B)*	* <0.01 *±45% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Benzo(a)pyrène	µg/l	* <0.01 *±40% (B)*	* <0.01 *±40% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	* <0.01 *±30% (B)*	* <0.01 *±30% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Indeno-(1,2,3-cd)-Pyrene	µg/l	* <0.01 *±55% (B)*	* <0.01 *±55% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Phénanthrène	µg/l	* <0.01 *±50% (B)*	* 0.01 *±50% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Benzo(ghi)Pérylène	µg/l	* <0.01 *±50% (B)*	* <0.01 *±50% (B)*				Eau souterraine : 0.01
Somme des HAP	µg/l	0.05<x<0.2	0.84<x<0.97				
Composés Volatils							
LS327 : **COHV 19 composés** Analyse réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Espace de tête statique et dosage par GC/MS - NF EN ISO 10301*							
Dichlorométhane	µg/l	* <5.00 *±40% (B)*	* <5.00 *±40% (B)*				Eau souterraine : 5
Trichlorométhane (Chloroforme)	µg/l	* <2.00 *±60% (B)*	* <2.00 *±60% (B)*				Eau souterraine : 2

001 : Pz1
002 : Pz2

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Site de saverne
Portée disponible sur
www.cofrac.fr
cofrac ESSAIS

eurofins | Environnement

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-13-LK-016955-01 Version du : 19/03/2013
Dossier N° : 13E008642 Date de réception : 02/03/2013
Référence Dossier : N°Projet: CHAUNY
Nom Projet: CHAUNY
Référence Commande :

N° Echantillon	001	002				Limites de Quantification
Date de prélèvement :	Mar 1 2013	Mar 1 2013				
Début d'analyse :	02/03/2013	02/03/2013				

Composés Volatils

LS327 : **COHV 19 composés**

Analyse réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488

Espace de tête statique et dosage par GC/MS - NF EN ISO 10301

Tetrachlorométhane (Tétrachlorure de carbone)	µg/l	* <1.00 *±50% (B)*	* <1.00 *±50% (B)*				Eau souterraine : 1
Trichloroéthylène	µg/l	* <1.00 *±40% (B)*	* <1.00 *±40% (B)*				Eau souterraine : 1
Tetrachloroéthylène	µg/l	* <1.00 *±45% (B)*	* <1.00 *±45% (B)*				Eau souterraine : 1
1,1-dichloroéthane	µg/l	* <2.00 *±45% (B)*	* <2.00 *±45% (B)*				Eau souterraine : 2
1,2-dichloroéthane	µg/l	* <1.00 *±55% (B)*	* <1.00 *±55% (B)*				Eau souterraine : 1
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	* <2.00 *±30% (B)*	* <2.00 *±30% (B)*				Eau souterraine : 2
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	* <5.00 *±40% (B)*	* <5.00 *±40% (B)*				Eau souterraine : 5
cis 1,2-Dichloroéthylène	µg/l	* 298 *±40% (B)*	* 1560 *±40% (B)*				Eau souterraine : 2
trans 1,2-Dichloroéthylène	µg/l	* 2.8 *±40% (B)*	* 5.00 *±40% (B)*				Eau souterraine : 2
Chlorure de Vinyle	µg/l	* 254 *±50% (B)*	* 364 *±50% (B)*				Eau souterraine : 0.5
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	* <2.00 *±50% (B)*	* <2.00 *±50% (B)*				Eau souterraine : 2
Bromochlorométhane	µg/l	* <5.00 *±30% (B)*	* <5.00 *±30% (B)*				Eau souterraine : 5
Dibromométhane	µg/l	* <5.00 *±30% (B)*	* <5.00 *±30% (B)*				Eau souterraine : 5
Bromodichlorométhane	µg/l	* <5.00 *±35% (B)*	* <5.00 *±35% (B)*				Eau souterraine : 5
Dibromochlorométhane	µg/l	* <2.00 *±40% (B)*	* <2.00 *±40% (B)*				Eau souterraine : 2
1,2-Dibromoéthane	µg/l	* <2.00 *±45% (B)*	* <1.00 *±45% (B)*				Eau souterraine : 1
Tribromométhane (Bromoforme)	µg/l	* <5.00 *±60% (B)*	* <5.00 *±60% (B)*				Eau souterraine : 5
Somme des COHV	µg/l	554.8<x<600.8 *±45% (B)*	1929<x<1974 *±45% (B)*				Eau souterraine : 0

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 4 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par *.

Laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement : portée disponible sur http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée d
l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées par arrêté du JO du 07/01/2011. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

001 : Pz1
002 : Pz2

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Site de saverne
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

cofrac ESSAIS

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-13-LK-016955-01 Version du : 19/03/2013 Page 4/4
Dossier N° : 13E008642 Date de réception : 02/03/2013
Référence Dossier : N°Projet: CHAUNY
Nom Projet: CHAUNY
Référence Commande :

Mathieu Hubner
Coordinateur de Projets

ANNEXE 2

Feuilles de calcul Johnson & Ettinger

DATA ENTRY SHEET

CALCULATE RISK-BASED GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box)

GW-ADV
Version 2.3; 03/01

YES [ ]

OR

CALCULATE INCREMENTAL RISKS FROM ACTUAL GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box and initial groundwater conc. below)

YES [X]

ENTER Chemical CAS No. (numbers only, no dashes)	ENTER Initial groundwater conc., C_W (µg/L)	Chemical
156605	5,00E+00	trans-1,2-Dichloroethylene

MORE ↓

ENTER Average soil/ groundwater temperature, T_S (°C)	ENTER Depth below grade to bottom of enclosed space floor, L_F (cm)	ENTER Depth below grade to water table, L_{WT} (cm)	ENTER Thickness of soil stratum A, h_A (cm)	ENTER Thickness of soil stratum B, (Enter value or 0) h_B (cm)	ENTER Thickness of soil stratum C, (Enter value or 0) h_C (cm)	ENTER Soil stratum directly above water table, (Enter A, B, or C)	ENTER SCS soil type directly above water table	ENTER Soil stratum A SCS soil type (used to estimate soil vapor permeability)	OR	ENTER User-defined stratum A soil vapor permeability, k_v (cm^2)
			Totals must add up to value of L_{WT} (cell D28)							
10	1	170	170	0	0	A	CL	CL		

MORE ↓

ENTER Stratum A soil dry bulk density, ρ_b^A (g/cm^3)	ENTER Stratum A soil total porosity, n^A (unitless)	ENTER Stratum A soil water-filled porosity, θ_w^A (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum B soil dry bulk density, ρ_b^B (g/cm^3)	ENTER Stratum B soil total porosity, n^B (unitless)	ENTER Stratum B soil water-filled porosity, θ_w^B (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum C soil dry bulk density, ρ_b^C (g/cm^3)	ENTER Stratum C soil total porosity, n^C (unitless)	ENTER Stratum C soil water-filled porosity, θ_w^C (cm^3/cm^3)
1,5	0,43	0,3	1,5	0,43	0,25	1,7	0,34	0,26

MORE ↓

ENTER Enclosed space floor thickness, L_{crack} (cm)	ENTER Soil-bldg. pressure differential, ΔP ($g/cm\text{-}s^2$)	ENTER Enclosed space floor length, L_B (cm)	ENTER Enclosed space floor width, W_B (cm)	ENTER Enclosed space height, H_B (cm)	ENTER Floor-wall seam crack width, w (cm)	ENTER Indoor air exchange rate, ER (1/h)
13	40	1000	1000	250	0,1	0,25

MORE ↓

ENTER Averaging time for carcinogens, AT_C (yrs)	ENTER Averaging time for noncarcinogens, AT_{NC} (yrs)	ENTER Exposure duration, ED (yrs)	ENTER Exposure frequency, EF (days/yr)	ENTER Target risk for carcinogens, TR (unitless)	ENTER Target hazard quotient for noncarcinogens, THQ (unitless)
70	30	30	350	1,0E-06	1
				Used to calculate risk-based groundwater concentration.	

END

INTERMEDIATE CALCULATIONS SHEET

Exposure duration, τ (sec)	Source-building separation, L_T (cm)	Stratum A soil air-filled porosity, θ_a^A (cm^3/cm^3)	Stratum B soil air-filled porosity, θ_a^B (cm^3/cm^3)	Stratum C soil air-filled porosity, θ_a^C (cm^3/cm^3)	Stratum A effective total fluid saturation, S_{te} (cm^3/cm^3)	Stratum A soil intrinsic permeability, k_i (cm^2)	Stratum A soil relative air permeability, k_{rg} (cm^2)	Stratum A soil effective vapor permeability, k_v (cm^2)	Thickness of capillary zone, L_{cz} (cm)	Total porosity in capillary zone, n_{cz} (cm^3/cm^3)	Air-filled porosity in capillary zone, $\theta_{a,cz}$ (cm^3/cm^3)	Water-filled porosity in capillary zone, $\theta_{w,cz}$ (cm^3/cm^3)	Floor-wall seam perimeter, X_{crack} (cm)
9,46E+08	169	0,130	0,180	0,080	0,630	1,26E-09	0,531	6,69E-10	46,88	0,43	0,055	0,375	4 000

Bldg. ventilation rate, $Q_{building}$ (cm^3/s)	Area of enclosed space below grade, A_B (cm^2)	Crack-to-total area ratio, η (unitless)	Crack depth below grade, Z_{crack} (cm)	Enthalpy of vaporization at ave. groundwater temperature, $\Delta H_{v,TS}$ (cal/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H_{TS} (atm-m^3/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H'_{TS} (unitless)	Vapor viscosity at ave. soil temperature, μ_{TS} (g/cm-s)	Stratum A effective diffusion coefficient, D^{eff}_A (cm^2/s)	Stratum B effective diffusion coefficient, D^{eff}_B (cm^2/s)	Stratum C effective diffusion coefficient, D^{eff}_C (cm^2/s)	Capillary zone effective diffusion coefficient, D^{eff}_{cz} (cm^2/s)	Total overall effective diffusion coefficient, D^{eff}_T (cm^2/s)	Diffusion path length, L_d (cm)
1,74E+04	1,00E+06	4,00E-04	1	7 136	4,96E-03	2,14E-01	1,75E-04	4,34E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,58E-05	1,06E-04	169

Convection path length, L_p (cm)	Source vapor conc., C_{source} ($\mu g/m^3$)	Crack radius, r_{crack} (cm)	Average vapor flow rate into bldg., Q_{soil} (cm^3/s)	Crack effective diffusion coefficient, D^{crack} (cm^2/s)	Area of crack, A_{crack} (cm^2)	Exponent of equivalent foundation Peclet number, $\exp(Pe^f)$ (unitless)	Infinite source indoor attenuation coefficient, α (unitless)	Infinite source bldg. conc., $C_{building}$ ($\mu g/m^3$)	Unit risk factor, URF $(\mu g/m^3)^{-1}$	Reference conc., RfC (mg/m^3)
1	1,07E+03	0,10	1,28E+00	4,34E-04	4,00E+02	4,30E+41	2,43E-05	2,59E-02	NA	7,0E-02

END

DATA ENTRY SHEET

CALCULATE RISK-BASED GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box)

GW-ADV
Version 2.3; 03/01

YES [ ]

OR

CALCULATE INCREMENTAL RISKS FROM ACTUAL GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box and initial groundwater conc. below)

YES [X]

ENTER Chemical CAS No. (numbers only, no dashes)	ENTER Initial groundwater conc., C_W (µg/L)	Chemical
91203	8,10E-01	Naphthalene

MORE ↓

ENTER Average soil/ groundwater temperature, T_S (°C)	ENTER Depth below grade to bottom of enclosed space floor, L_F (cm)	ENTER Depth below grade to water table, L_{WT} (cm)	ENTER Thickness of soil stratum A, h_A (cm)	ENTER Thickness of soil stratum B, (Enter value or 0) h_B (cm)	ENTER Thickness of soil stratum C, (Enter value or 0) h_C (cm)	ENTER Soil stratum directly above water table, (Enter A, B, or C)	ENTER SCS soil type directly above water table	ENTER Soil stratum A SCS soil type (used to estimate soil vapor permeability)	OR	ENTER User-defined stratum A soil vapor permeability, k_v (cm^2)
			Totals must add up to value of L_{WT} (cell D28)							
10	1	170	170	0	0	A	CL	CL		

MORE ↓

ENTER Stratum A soil dry bulk density, ρ_b^A (g/cm^3)	ENTER Stratum A soil total porosity, n^A (unitless)	ENTER Stratum A soil water-filled porosity, θ_w^A (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum B soil dry bulk density, ρ_b^B (g/cm^3)	ENTER Stratum B soil total porosity, n^B (unitless)	ENTER Stratum B soil water-filled porosity, θ_w^B (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum C soil dry bulk density, ρ_b^C (g/cm^3)	ENTER Stratum C soil total porosity, n^C (unitless)	ENTER Stratum C soil water-filled porosity, θ_w^C (cm^3/cm^3)
1,5	0,43	0,3	1,5	0,43	0,25	1,7	0,34	0,26

MORE ↓

ENTER Enclosed space floor thickness, L_{crack} (cm)	ENTER Soil-bldg. pressure differential, ΔP ($g/cm\text{-}s^2$)	ENTER Enclosed space floor length, L_B (cm)	ENTER Enclosed space floor width, W_B (cm)	ENTER Enclosed space height, H_B (cm)	ENTER Floor-wall seam crack width, w (cm)	ENTER Indoor air exchange rate, ER (1/h)
13	40	1000	1000	250	0,1	0,25

MORE ↓

ENTER Averaging time for carcinogens, AT_C (yrs)	ENTER Averaging time for noncarcinogens, AT_{NC} (yrs)	ENTER Exposure duration, ED (yrs)	ENTER Exposure frequency, EF (days/yr)	ENTER Target risk for carcinogens, TR (unitless)	ENTER Target hazard quotient for noncarcinogens, THQ (unitless)
70	30	30	350	1,0E-06	1
				Used to calculate risk-based groundwater concentration.	

END

INTERMEDIATE CALCULATIONS SHEET

Exposure duration, τ (sec)	Source-building separation, L_T (cm)	Stratum A soil air-filled porosity, θ_a^A (cm^3/cm^3)	Stratum B soil air-filled porosity, θ_a^B (cm^3/cm^3)	Stratum C soil air-filled porosity, θ_a^C (cm^3/cm^3)	Stratum A effective total fluid saturation, S_{te} (cm^3/cm^3)	Stratum A soil intrinsic permeability, k_i (cm^2)	Stratum A soil relative air permeability, k_{rg} (cm^2)	Stratum A soil effective vapor permeability, k_v (cm^2)	Thickness of capillary zone, L_{cz} (cm)	Total porosity in capillary zone, n_{cz} (cm^3/cm^3)	Air-filled porosity in capillary zone, $\theta_{a,cz}$ (cm^3/cm^3)	Water-filled porosity in capillary zone, $\theta_{w,cz}$ (cm^3/cm^3)	Floor-wall seam perimeter, X_{crack} (cm)
9,46E+08	169	0,130	0,180	0,080	0,630	1,26E-09	0,531	6,69E-10	46,88	0,43	0,055	0,375	4 000

Bldg. ventilation rate, $Q_{building}$ (cm^3/s)	Area of enclosed space below grade, A_B (cm^2)	Crack-to-total area ratio, η (unitless)	Crack depth below grade, Z_{crack} (cm)	Enthalpy of vaporization at ave. groundwater temperature, $\Delta H_{v,TS}$ (cal/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H_{TS} (atm-m^3/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H'_{TS} (unitless)	Vapor viscosity at ave. soil temperature, μ_{TS} (g/cm-s)	Stratum A effective diffusion coefficient, D^{eff}_A (cm^2/s)	Stratum B effective diffusion coefficient, D^{eff}_B (cm^2/s)	Stratum C effective diffusion coefficient, D^{eff}_C (cm^2/s)	Capillary zone effective diffusion coefficient, D^{eff}_{cz} (cm^2/s)	Total overall effective diffusion coefficient, D^{eff}_T (cm^2/s)	Diffusion path length, L_d (cm)
1,74E+04	1,00E+06	4,00E-04	1	12 913	1,52E-04	6,55E-03	1,75E-04	4,70E-04	0,00E+00	0,00E+00	2,57E-04	3,82E-04	169

Convection path length, L_p (cm)	Source vapor conc., C_{source} ($\mu g/m^3$)	Crack radius, r_{crack} (cm)	Average vapor flow rate into bldg., Q_{soil} (cm^3/s)	Crack effective diffusion coefficient, D^{crack} (cm^2/s)	Area of crack, A_{crack} (cm^2)	Exponent of equivalent foundation Peclet number, $\exp(Pe^f)$ (unitless)	Infinite source indoor attenuation coefficient, α (unitless)	Infinite source bldg. conc., $C_{building}$ ($\mu g/m^3$)	Unit risk factor, URF $(\mu g/m^3)^{-1}$	Reference conc., RfC (mg/m^3)
1	5,31E+00	0,10	1,28E+00	4,70E-04	4,00E+02	2,80E+38	4,71E-05	2,50E-04	NA	3,0E-03

END

DATA ENTRY SHEET

CALCULATE RISK-BASED GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box)

GW-ADV
Version 2.3; 03/01

YES

OR

CALCULATE INCREMENTAL RISKS FROM ACTUAL GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box and initial groundwater conc. below)

YES X

ENTER Chemical CAS No. (numbers only, no dashes)	ENTER Initial groundwater conc., C_W (µg/L)	Chemical
156592	1,56E+03	cis-1,2-Dichloroethylene

MORE ↓

ENTER Average soil/ groundwater temperature, T_S (°C)	ENTER Depth below grade to bottom of enclosed space floor, L_F (cm)	ENTER Depth below grade to water table, L_{WT} (cm)	ENTER Thickness of soil stratum A, h_A (cm)	ENTER Thickness of soil stratum B, (Enter value or 0) h_B (cm)	ENTER Thickness of soil stratum C, (Enter value or 0) h_C (cm)	ENTER Soil stratum directly above water table, (Enter A, B, or C)	ENTER SCS soil type directly above water table	ENTER Soil stratum A SCS soil type (used to estimate soil vapor permeability)	OR	ENTER User-defined stratum A soil vapor permeability, k_v (cm^2)
			Totals must add up to value of L_{WT} (cell D28)							
10	1	170	170	0	0	A	CL	CL		

MORE ↓

ENTER Stratum A soil dry bulk density, ρ_b^A (g/cm^3)	ENTER Stratum A soil total porosity, n^A (unitless)	ENTER Stratum A soil water-filled porosity, θ_w^A (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum B soil dry bulk density, ρ_b^B (g/cm^3)	ENTER Stratum B soil total porosity, n^B (unitless)	ENTER Stratum B soil water-filled porosity, θ_w^B (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum C soil dry bulk density, ρ_b^C (g/cm^3)	ENTER Stratum C soil total porosity, n^C (unitless)	ENTER Stratum C soil water-filled porosity, θ_w^C (cm^3/cm^3)
1,5	0,43	0,3	1,5	0,43	0,25	1,7	0,34	0,26

MORE ↓

ENTER Enclosed space floor thickness, L_{crack} (cm)	ENTER Soil-bldg. pressure differential, ΔP ($g/cm\text{-}s^2$)	ENTER Enclosed space floor length, L_B (cm)	ENTER Enclosed space floor width, W_B (cm)	ENTER Enclosed space height, H_B (cm)	ENTER Floor-wall seam crack width, w (cm)	ENTER Indoor air exchange rate, ER (1/h)
13	40	1000	1000	250	0,1	0,25

MORE ↓

ENTER Averaging time for carcinogens, AT_C (yrs)	ENTER Averaging time for noncarcinogens, AT_{NC} (yrs)	ENTER Exposure duration, ED (yrs)	ENTER Exposure frequency, EF (days/yr)	ENTER Target risk for carcinogens, TR (unitless)	ENTER Target hazard quotient for noncarcinogens, THQ (unitless)
70	30	30	350	1,0E-06	1
				Used to calculate risk-based groundwater concentration.	

END

INTERMEDIATE CALCULATIONS SHEET

Exposure duration, τ (sec)	Source-building separation, L_T (cm)	Stratum A soil air-filled porosity, θ_a^A (cm^3/cm^3)	Stratum B soil air-filled porosity, θ_a^B (cm^3/cm^3)	Stratum C soil air-filled porosity, θ_a^C (cm^3/cm^3)	Stratum A effective total fluid saturation, S_{te} (cm^3/cm^3)	Stratum A soil intrinsic permeability, k_i (cm^2)	Stratum A soil relative air permeability, k_{rg} (cm^2)	Stratum A soil effective vapor permeability, k_v (cm^2)	Thickness of capillary zone, L_{cz} (cm)	Total porosity in capillary zone, n_{cz} (cm^3/cm^3)	Air-filled porosity in capillary zone, $\theta_{a,cz}$ (cm^3/cm^3)	Water-filled porosity in capillary zone, $\theta_{w,cz}$ (cm^3/cm^3)	Floor-wall seam perimeter, X_{crack} (cm)
9,46E+08	169	0,130	0,180	0,080	0,630	1,26E-09	0,531	6,69E-10	46,88	0,43	0,055	0,375	4 000

Bldg. ventilation rate, $Q_{building}$ (cm^3/s)	Area of enclosed space below grade, A_B (cm^2)	Crack-to-total area ratio, η (unitless)	Crack depth below grade, Z_{crack} (cm)	Enthalpy of vaporization at ave. groundwater temperature, $\Delta H_{v,TS}$ (cal/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H_{TS} (atm-m^3/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H'_{TS} (unitless)	Vapor viscosity at ave. soil temperature, μ_{TS} (g/cm-s)	Stratum A effective diffusion coefficient, D^{eff}_A (cm^2/s)	Stratum B effective diffusion coefficient, D^{eff}_B (cm^2/s)	Stratum C effective diffusion coefficient, D^{eff}_C (cm^2/s)	Capillary zone effective diffusion coefficient, D^{eff}_{cz} (cm^2/s)	Total overall effective diffusion coefficient, D^{eff}_T (cm^2/s)	Diffusion path length, L_d (cm)
1,74E+04	1,00E+06	4,00E-04	1	7 734	2,04E-03	8,77E-02	1,75E-04	4,59E-04	0,00E+00	0,00E+00	5,19E-05	1,44E-04	169

Convection path length, L_p (cm)	Source vapor conc., C_{source} ($\mu g/m^3$)	Crack radius, r_{crack} (cm)	Average vapor flow rate into bldg., Q_{soil} (cm^3/s)	Crack effective diffusion coefficient, D^{crack} (cm^2/s)	Area of crack, A_{crack} (cm^2)	Exponent of equivalent foundation Peclet number, $\exp(Pe^f)$ (unitless)	Infinite source indoor attenuation coefficient, α (unitless)	Infinite source bldg. conc., $C_{building}$ ($\mu g/m^3$)	Unit risk factor, URF $(\mu g/m^3)^{-1}$	Reference conc., RfC (mg/m^3)
1	1,37E+05	0,10	1,28E+00	4,59E-04	4,00E+02	2,44E+39	2,95E-05	4,04E+00	NA	3,5E-02

END

DATA ENTRY SHEET

CALCULATE RISK-BASED GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box)

GW-ADV
Version 2.3; 03/01

YES [ ]

OR

CALCULATE INCREMENTAL RISKS FROM ACTUAL GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box and initial groundwater conc. below)

YES [X]

ENTER Chemical CAS No. (numbers only, no dashes)	ENTER Initial groundwater conc., C_W (µg/L)	Chemical
75014	3,64E+02	Vinyl chloride (chloroethene)

MORE ↓

ENTER Average soil/ groundwater temperature, T_S (°C)	ENTER Depth below grade to bottom of enclosed space floor, L_F (cm)	ENTER Depth below grade to water table, L_{WT} (cm)	ENTER Thickness of soil stratum A, h_A (cm)	ENTER Thickness of soil stratum B, (Enter value or 0) h_B (cm)	ENTER Thickness of soil stratum C, (Enter value or 0) h_C (cm)	ENTER Soil stratum directly above water table, (Enter A, B, or C)	ENTER SCS soil type directly above water table	ENTER Soil stratum A SCS soil type (used to estimate soil vapor permeability)	OR	ENTER User-defined stratum A soil vapor permeability, k_v (cm^2)
			Totals must add up to value of L_{WT} (cell D28)							
10	1	170	170	0	0	A	CL	CL		

MORE ↓

ENTER Stratum A soil dry bulk density, ρ_b^A (g/cm^3)	ENTER Stratum A soil total porosity, n^A (unitless)	ENTER Stratum A soil water-filled porosity, θ_w^A (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum B soil dry bulk density, ρ_b^B (g/cm^3)	ENTER Stratum B soil total porosity, n^B (unitless)	ENTER Stratum B soil water-filled porosity, θ_w^B (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum C soil dry bulk density, ρ_b^C (g/cm^3)	ENTER Stratum C soil total porosity, n^C (unitless)	ENTER Stratum C soil water-filled porosity, θ_w^C (cm^3/cm^3)
1,5	0,43	0,3	1,5	0,43	0,25	1,7	0,34	0,26

MORE ↓

ENTER Enclosed space floor thickness, L_{crack} (cm)	ENTER Soil-bldg. pressure differential, ΔP ($g/cm\text{-}s^2$)	ENTER Enclosed space floor length, L_B (cm)	ENTER Enclosed space floor width, W_B (cm)	ENTER Enclosed space height, H_B (cm)	ENTER Floor-wall seam crack width, w (cm)	ENTER Indoor air exchange rate, ER (1/h)
13	40	1000	1000	250	0,1	0,25

MORE ↓

ENTER Averaging time for carcinogens, AT_C (yrs)	ENTER Averaging time for noncarcinogens, AT_{NC} (yrs)	ENTER Exposure duration, ED (yrs)	ENTER Exposure frequency, EF (days/yr)	ENTER Target risk for carcinogens, TR (unitless)	ENTER Target hazard quotient for noncarcinogens, THQ (unitless)
70	30	30	350	1,0E-06	1
				Used to calculate risk-based groundwater concentration.	

END

INTERMEDIATE CALCULATIONS SHEET

Exposure duration, τ (sec)	Source-building separation, L_T (cm)	Stratum A soil air-filled porosity, θ_a^A (cm^3/cm^3)	Stratum B soil air-filled porosity, θ_a^B (cm^3/cm^3)	Stratum C soil air-filled porosity, θ_a^C (cm^3/cm^3)	Stratum A effective total fluid saturation, S_{te} (cm^3/cm^3)	Stratum A soil intrinsic permeability, k_i (cm^2)	Stratum A soil relative air permeability, k_{rg} (cm^2)	Stratum A soil effective vapor permeability, k_v (cm^2)	Thickness of capillary zone, L_{cz} (cm)	Total porosity in capillary zone, n_{cz} (cm^3/cm^3)	Air-filled porosity in capillary zone, $\theta_{a,cz}$ (cm^3/cm^3)	Water-filled porosity in capillary zone, $\theta_{w,cz}$ (cm^3/cm^3)	Floor-wall seam perimeter, X_{crack} (cm)
9,46E+08	169	0,130	0,180	0,080	0,630	1,26E-09	0,531	6,69E-10	46,88	0,43	0,055	0,375	4 000

Bldg. ventilation rate, $Q_{building}$ (cm^3/s)	Area of enclosed space below grade, A_B (cm^2)	Crack-to-total area ratio, η (unitless)	Crack depth below grade, Z_{crack} (cm)	Enthalpy of vaporization at ave. groundwater temperature, $\Delta H_{v,TS}$ (cal/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H_{TS} (atm-m^3/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H'_{TS} (unitless)	Vapor viscosity at ave. soil temperature, μ_{TS} (g/cm-s)	Stratum A effective diffusion coefficient, D^{eff}_A (cm^2/s)	Stratum B effective diffusion coefficient, D^{eff}_B (cm^2/s)	Stratum C effective diffusion coefficient, D^{eff}_C (cm^2/s)	Capillary zone effective diffusion coefficient, D^{eff}_{cz} (cm^2/s)	Total overall effective diffusion coefficient, D^{eff}_T (cm^2/s)	Diffusion path length, L_d (cm)
1,74E+04	1,00E+06	4,00E-04	1	5 000	1,73E-02	7,46E-01	1,75E-04	6,44E-04	0,00E+00	0,00E+00	3,98E-05	1,24E-04	169

Convection path length, L_p (cm)	Source vapor conc., C_{source} ($\mu g/m^3$)	Crack radius, r_{crack} (cm)	Average vapor flow rate into bldg., Q_{soil} (cm^3/s)	Crack effective diffusion coefficient, D^{crack} (cm^2/s)	Area of crack, A_{crack} (cm^2)	Exponent of equivalent foundation Peclet number, $\exp(Pe^f)$ (unitless)	Infinite source indoor attenuation coefficient, α (unitless)	Infinite source bldg. conc., $C_{building}$ ($\mu g/m^3$)	Unit risk factor, URF $(\mu g/m^3)^{-1}$	Reference conc., RfC (mg/m^3)
1	2,72E+05	0,10	1,28E+00	6,44E-04	4,00E+02	1,13E+28	2,68E-05	7,28E+00	4,4E-06	1,0E-01

END

DATA ENTRY SHEET

CALCULATE RISK-BASED GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box)

GW-ADV
Version 2.3; 03/01

YES

OR

CALCULATE INCREMENTAL RISKS FROM ACTUAL GROUNDWATER CONCENTRATION (enter "X" in "YES" box and initial groundwater conc. below)

YES X

ENTER Chemical CAS No. (numbers only, no dashes)	ENTER Initial groundwater conc., C_W (µg/L)	Chemical
83329	2,00E-02	Acenaphthene

MORE ↓

ENTER Average soil/ groundwater temperature, T_S (°C)	ENTER Depth below grade to bottom of enclosed space floor, L_F (cm)	ENTER Depth below grade to water table, L_{WT} (cm)	ENTER Thickness of soil stratum A, h_A (cm)	ENTER Thickness of soil stratum B, (Enter value or 0) h_B (cm)	ENTER Thickness of soil stratum C, (Enter value or 0) h_C (cm)	ENTER Soil stratum directly above water table, (Enter A, B, or C)	ENTER SCS soil type directly above water table	ENTER Soil stratum A SCS soil type (used to estimate soil vapor permeability)	OR	ENTER User-defined stratum A soil vapor permeability, k_v (cm^2)
			Totals must add up to value of L_{WT} (cell D28)							
10	1	170	170	0	0	A	CL	CL		

MORE ↓

ENTER Stratum A soil dry bulk density, ρ_b^A (g/cm^3)	ENTER Stratum A soil total porosity, n^A (unitless)	ENTER Stratum A soil water-filled porosity, θ_w^A (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum B soil dry bulk density, ρ_b^B (g/cm^3)	ENTER Stratum B soil total porosity, n^B (unitless)	ENTER Stratum B soil water-filled porosity, θ_w^B (cm^3/cm^3)	ENTER Stratum C soil dry bulk density, ρ_b^C (g/cm^3)	ENTER Stratum C soil total porosity, n^C (unitless)	ENTER Stratum C soil water-filled porosity, θ_w^C (cm^3/cm^3)
1,5	0,43	0,3	1,5	0,43	0,25	1,7	0,34	0,26

MORE ↓

ENTER Enclosed space floor thickness, L_{crack} (cm)	ENTER Soil-bldg. pressure differential, ΔP ($g/cm\text{-}s^2$)	ENTER Enclosed space floor length, L_B (cm)	ENTER Enclosed space floor width, W_B (cm)	ENTER Enclosed space height, H_B (cm)	ENTER Floor-wall seam crack width, w (cm)	ENTER Indoor air exchange rate, ER (1/h)
13	40	1000	1000	250	0,1	0,25

MORE ↓

ENTER Averaging time for carcinogens, AT_C (yrs)	ENTER Averaging time for noncarcinogens, AT_{NC} (yrs)	ENTER Exposure duration, ED (yrs)	ENTER Exposure frequency, EF (days/yr)	ENTER Target risk for carcinogens, TR (unitless)	ENTER Target hazard quotient for noncarcinogens, THQ (unitless)
70	30	30	350	1,0E-06	1
				Used to calculate risk-based groundwater concentration.	

END

INTERMEDIATE CALCULATIONS SHEET

Exposure duration, τ (sec)	Source-building separation, L_T (cm)	Stratum A soil air-filled porosity, θ_a^A (cm^3/cm^3)	Stratum B soil air-filled porosity, θ_a^B (cm^3/cm^3)	Stratum C soil air-filled porosity, θ_a^C (cm^3/cm^3)	Stratum A effective total fluid saturation, S_{te} (cm^3/cm^3)	Stratum A soil intrinsic permeability, k_i (cm^2)	Stratum A soil relative air permeability, k_{rg} (cm^2)	Stratum A soil effective vapor permeability, k_v (cm^2)	Thickness of capillary zone, L_{cz} (cm)	Total porosity in capillary zone, n_{cz} (cm^3/cm^3)	Air-filled porosity in capillary zone, $\theta_{a,cz}$ (cm^3/cm^3)	Water-filled porosity in capillary zone, $\theta_{w,cz}$ (cm^3/cm^3)	Floor-wall seam perimeter, X_{crack} (cm)
9,46E+08	169	0,130	0,180	0,080	0,630	1,26E-09	0,531	6,69E-10	46,88	0,43	0,055	0,375	4 000

Bldg. ventilation rate, $Q_{building}$ (cm^3/s)	Area of enclosed space below grade, A_B (cm^2)	Crack-to-total area ratio, η (unitless)	Crack depth below grade, Z_{crack} (cm)	Enthalpy of vaporization at ave. groundwater temperature, $\Delta H_{v,TS}$ (cal/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H_{TS} (atm-m^3/mol)	Henry's law constant at ave. groundwater temperature, H'_{TS} (unitless)	Vapor viscosity at ave. soil temperature, μ_{TS} (g/cm-s)	Stratum A effective diffusion coefficient, D^{eff}_A (cm^2/s)	Stratum B effective diffusion coefficient, D^{eff}_B (cm^2/s)	Stratum C effective diffusion coefficient, D^{eff}_C (cm^2/s)	Capillary zone effective diffusion coefficient, D^{eff}_{cz} (cm^2/s)	Total overall effective diffusion coefficient, D^{eff}_T (cm^2/s)	Diffusion path length, L_d (cm)
1,74E+04	1,00E+06	4,00E-04	1	16 123	3,67E-05	1,58E-03	1,75E-04	7,33E-04	0,00E+00	0,00E+00	1,02E-03	7,96E-04	169

Convection path length, L_p (cm)	Source vapor conc., C_{source} ($\mu g/m^3$)	Crack radius, r_{crack} (cm)	Average vapor flow rate into bldg., Q_{soil} (cm^3/s)	Crack effective diffusion coefficient, D^{crack} (cm^2/s)	Area of crack, A_{crack} (cm^2)	Exponent of equivalent foundation Peclet number, $\exp(Pe^f)$ (unitless)	Infinite source indoor attenuation coefficient, α (unitless)	Infinite source bldg. conc., $C_{building}$ ($\mu g/m^3$)	Unit risk factor, URF $(\mu g/m^3)^{-1}$	Reference conc., RfC (mg/m^3)
1	3,16E-02	0,10	1,28E+00	7,33E-04	4,00E+02	4,30E+24	5,80E-05	1,83E-06	NA	2,1E-01

END

ANNEXE 3
Feuilles de calcul RBCA

ENFANT

Sbstance :	Naphthalene

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	100	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	1,52E-04	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	6,54E-03	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	3,82E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	1,47E-05	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	8,10E-04	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**1,19E-05**	(µg/m3)
	1,19E-08	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	5,29E+00	(µg/m3)	
Dt	3,82E-04	(cm2/s)	
Dt	3,82E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	1,19E-05	(µg/m3)
	1,19E-08	(mg/m3)

Sbstance :	l chloride (chloroethene)

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	100	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	1,72E-02	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	7,41E-01	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	1,24E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	5,39E-04	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	3,64E-01	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**1,96E-01**	(µg/m3)
	1,96E-04	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	2,70E+05	(µg/m3)	
Dt	1,24E-04	(cm2/s)	
Dt	1,24E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	1,96E-01	(µg/m3)
	1,96E-04	(mg/m3)

Sbstance :	Acenaphthene

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	100	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	3,66E-05	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	1,57E-03	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	7,97E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	7,38E-06	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	2,00E-05	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**1,48E-07**	(µg/m3)
	1,48E-10	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	3,15E-02	(µg/m3)	
Dt	7,97E-04	(cm2/s)	
Dt	7,97E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	1,48E-07	(µg/m3)
	1,48E-10	(mg/m3)

Sbstance :	s-1,2-Dichloroethylene

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	100	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	4,94E-03	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	2,13E-01	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	1,06E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	1,33E-04	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	5,00E-03	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**6,65E-04**	(µg/m3)
	6,65E-07	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	1,06E+03	(µg/m3)	
Dt	1,06E-04	(cm2/s)	
Dt	1,06E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	6,65E-04	(µg/m3)
	6,65E-07	(mg/m3)

Sbstance :	-1,2-Dichloroethylene

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	100	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	2,04E-03	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	8,77E-02	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	1,31E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	6,77E-05	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	1,56E+00	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**1,06E-01**	(µg/m3)
	1,06E-04	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	1,37E+05	(µg/m3)	
Dt	1,31E-04	(cm2/s)	
Dt	1,31E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	1,06E-01	(µg/m3)
	1,06E-04	(mg/m3)

ADULTE

Sbstance :	Naphthalene

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	160	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	1,52E-04	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	6,54E-03	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	3,82E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	9,19E-06	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	8,10E-04	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**7,44E-06**	(µg/m3)
	7,44E-09	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	5,29E+00	(µg/m3)	
Dt	3,82E-04	(cm2/s)	
Dt	3,82E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1,6	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	7,44E-06	(µg/m3)
	7,44E-09	(mg/m3)

Sbstance :	chloride (chloroethene)

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	160	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	1,72E-02	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	7,41E-01	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	1,24E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	3,37E-04	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	3,64E-01	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**1,23E-01**	(µg/m3)
	1,23E-04	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	2,70E+05	(µg/m3)	
Dt	1,24E-04	(cm2/s)	
Dt	1,24E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1,6	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	1,23E-01	(µg/m3)
	1,23E-04	(mg/m3)

Sbstance :	Acenaphthene

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	160	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	3,66E-05	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	1,57E-03	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	7,97E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	4,61E-06	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	2,00E-05	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**9,22E-08**	(µg/m3)
	9,22E-11	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	3,15E-02	(µg/m3)	
Dt	7,97E-04	(cm2/s)	
Dt	7,97E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1,6	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	9,22E-08	(µg/m3)
	9,22E-11	(mg/m3)

Sbstance :	s-1,2-Dichloroethylene

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	160	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	4,94E-03	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	2,13E-01	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	1,06E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	8,31E-05	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	5,00E-03	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**4,16E-04**	(µg/m3)
	4,16E-07	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	1,06E+03	(µg/m3)	
Dt	1,06E-04	(cm2/s)	
Dt	1,06E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1,6	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	4,16E-04	(µg/m3)
	4,16E-07	(mg/m3)

Sbstance :	-1,2-Dichloroethylene

RBCA

DATENTER

U_{air}	1	(m/s)	Vitesse du vent dans la zone de respiration
δ_{air}	160	(cm)	Hauteur de la zone de respiration
$W_{gw,ext}$	10000	(cm)	Longueur du panache de pollution (sens de la nappe)

INTERCALCS

H_{TS} (T_{eau})	2,04E-03	(atm-m^3/mol)	
H'_{TS}(T_{eau})	8,77E-02	(unitless)	
U_{air}	100	(cm/s)	
$L_{gw,ext}$	170	(cm)	Profondeur nappe
$D^{eff}_{ws,ext}$	1,31E-04	(cm^2/s)	Coeff de diffusion efficace depuis la nappe
$VF_{gw,ext}$	4,23E-05	((mg/m3)/(mg/l))	Facteur de volatilisation depuis la nappe vers l'air extérieur
C_{gw}	1,56E+00	(mg/l)	concentration en polluant dans la nappe

RESULTS

$CPE_{gw,ext}$	**6,60E-02**	(µg/m3)
	6,60E-05	(mg/m3)

Ancienne méthode

Cs	1,37E+05	(µg/m3)	
Dt	1,31E-04	(cm2/s)	
Dt	1,31E-08	(m²/s)	
Lw	1,7	(m)	
H	1,6	(m)	
l	100	(m)	
v	1	(m/s)	
S	10000	m²	surface carrée

C_{ext}	6,60E-02	(µg/m3)
	6,60E-05	(mg/m3)

ANNEXE 4

Grilles de calculs IEM – Inhalation d'air ambiant / volatilisation – « résident enfant »

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	(µg/m³)⁻¹
Paramètres du scénario	1,83E-06	1,48E-07	16,84	3,88	6	365	70	20000	0,0000008
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					**Quotient de danger :**		**0,0**
acénaphthène						**Excès de risque individuel :**			**9,0E-14**

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	(µg/m³)⁻¹
Paramètres du scénario	7,28	0,196	16,84	3,88	6	365	70	100	0,0000088
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain				**Quotient de danger :**			**0,1**
chlorure de vinyle						**Excès de risque individuel :**			**3,9E-06**

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	$(\mu g/m^3)^{-1}$
Paramètres du scénario	4,04	0,106	16,84	3,88	6	365	70	30	
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					**Quotient de danger :**		**0,1**
cis1,2-dichloroéthylene						**Excès de risque individuel :**			**0,0E+00**

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	(µg/m³)⁻¹
Paramètres du scénario	0,0259	0,000665	16,84	3,88	6	365	70	794	
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					**Quotient de danger :**		**0,0**
trans1,2-dichloroéthylene						**Excès de risque individuel :**			**0,0E+00**

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	(µg/m³)⁻¹
Paramètres du scénario	0,00025	0,0000119	16,84	3,88	6	365	70	3	0,000034
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					**Quotient de danger :**		**0,0**
naphtalène						**Excès de risque individuel :**			**5,2E-10**

ANNEXE 5

Grilles de calculs IEM – Inhalation d'air ambiant / volatilisation – « résident adulte »

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	(µg/m³)⁻¹
Paramètres du scénario	1,83E-06	9,22E-08	19,45	4,45	24	365	70	20000	8,8E-07
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain				**Quotient de danger :**			**0,0**
acénaphtène						**Excès de risque individuel :**			**4,5E-13**

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	(µg/m³)⁻¹
Paramètres du scénario	7,28	0,123	19,45	4,45	24	365	70	100	8,80E-06
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					**Quotient de danger :**		**0,1**
Chlorure de vinyle						**Excès de risque individuel :**			**1,8E-05**

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	(µg/m³)⁻¹
Paramètres du scénario	4,04	0,066	19,45	4,45	24	365	70	30	
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					**Quotient de danger :**		**0,1**
Cis 1,2-dichloroéthylène						**Excès de risque individuel :**			**0,0E+00**

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	(µg/m³)⁻¹
Paramètres du scénario	0,0259	0,000416	19,45	4,45	24	365	70	794	
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					**Quotient de danger :**		**0,0**
Trans 1,2-dichloroéthylène						**Excès de risque individuel :**			**0,0E+00**

Voie d'exposition unique : Inhalation

Grille de calcul IEM V0

Facteurs de l'équation :	Csi	Cse	Ti	Te	T	Ef	Tm	VTR	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air intérieur	Concentration de la substance dans l'air extérieur	Temps journalier passé à l'intérieur	Temps journalier passé à l'extérieur	Durée d'exposition théorique	Nombre de jour d'exposition théorique annuelle	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)
	µg/m³	µg/m³	heure	heure	année	jour	an	µg/m³	(µg/m³)⁻¹
Paramètres du scénario	0,00025	7,44E-06	19,45	4,45	24	365	70	3	0,000034
Substance testée	Donnée du diagnostic	Données issues de bases de données ou d'enquêtes de terrain					**Quotient de danger :**		**0,0**
naphtalène						**Excès de risque individuel :**			**2,4E-09**