

Projet d'achat du site AD sis rue La Fayette à Rouen (76)

*Diagnostic de l'état de pollution des sols et
évaluation quantitative des risques sanitaires*

Novembre 2012

A68851/A

SARL IMMODEL
110, rue Douche
76160 Saint-Martin-du-Vivier



AGENCE PARIS CENTRE NORMANDIE
Equipe Sites et Sols Pollués
Avenue des Hauts Grigneux – Mach 5
76420 BIHOREL
Tél. : 02 32 76 69 60

Sommaire

Pages

1. Introduction	4
2. Contexte environnemental	5
2.1. Localisation	5
2.2. Description générale	8
2.3. Contexte géologique	8
2.4. Contexte hydrogéologique	9
3. Diagnostic de l'état de pollution des sols	10
3.1. Présentation	10
3.2. Sondages	10
3.3. Analyses de sols	15
3.4. Résultats	16
3.5. Interprétation des résultats et commentaires	20
4. Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires	22
4.1. Préambule	22
4.2. Méthodologie	22
4.3. Identification des sources de danger, des vecteurs et des cibles	24
4.4. Choix des substances retenues	24
4.5. Paramètres d'exposition : schéma conceptuel d'exposition	25
4.6. Paramètres de calcul	25
4.7. Résultats des calculs de l'évaluation quantitative des risques sanitaires	25
4.8. Calculs des concentrations maximales admissibles	26
5. Recommandations suite à l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires	28
6. Conclusions	29
6.1. Qualité des sols	29
6.2. Evaluation sanitaire du site	29
6.3. Recommandations sur la gestion des terres du site	29
6.4. Restrictions de l'étude	30

Liste des figures

Figure 1 : Localisation générale du site	5
Figure 2 : Vue générale du secteur (extrait de géoportail.fr).....	6
Figure 3 : Plan cadastral (extrait de cadastre.gouv.fr).....	7
Figure 4 : Contexte géologique	8
Figure 5 : Plan de localisation des sondages de reconnaissance.....	14
Figure 6 : Carte de synthèse des résultats des analyses de sols	21

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des sondages exécutés	11
Tableau 2 : Prises de vue des travaux de sondages (16/10/2012)	13
Tableau 3 : Répartition des analyses par sondage	15
Tableau 4 : Description des terrains traversés au droit des 8 sondages.....	16
Tableau 5 : Résultats en hydrocarbures totaux dans les échantillons de sols	18
Tableau 6 : Résultats en HAP dans les échantillons de sols	19
Tableau 7 : Résultats en composés aromatiques volatils dans les échantillons de sols	19
Tableau 8 : Tableau de synthèse des résultats d'analyses de sols	20
Tableau 9 : Résultats des calculs de risques	25
Tableau 10 : Substances portant majoritairement le risque pour les terres impactées en surface	26
Tableau 11 : Concentrations maximales admissibles dans les sols en surface	26
Tableau 12 : Valeurs de risques sanitaires associées aux CMA.....	27

Liste des annexes

Annexe 1 – Fiches de prélèvement des échantillons de sols
Annexe 2 – Rapport d'analyses Agrolab
Annexe 3 – Tableau de synthèse des résultats d'analyses de sols
Annexe 4 – Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
Annexe 5 – Grille de codification des prestations selon le référentiel QUALIPOL

1. Introduction

La SARL IMMODEL souhaite se rendre acquéreur de l'ancien site occupé par la société Automobile Distribution (AD), situé rue La Fayette à Rouen.

Ce site a été occupé par la société AD, spécialisée en vente de pièces automobiles et une partie de l'emprise par une station service dans les années 1950.

L'emplacement des cuves de carburant a été repéré sur plan et sur site par la SARL IMMODEL :

- 1 cuve de 15 m³, inertée, mais dont l'état actuel est inconnu,
- 1 cuve de 5 à 20 m³, encore active, contenant du fuel pour la chaudière.

Afin de sécuriser la transaction, la SARL IMMODEL a sollicité Antea Group pour la réalisation d'un diagnostic de la qualité des sols au niveau de l'ancienne station service et des cuves identifiées. Ce diagnostic a été complété par une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires.

Les résultats obtenus font l'objet du présent document.

2. Contexte environnemental

2.1. Localisation

Le site est localisé au centre de Rouen, rive gauche, dans le quartier Saint-Sever aux numéros 100 et 102 de la rue La Fayette (cf. vue IGN ci-dessous). L'altitude au sol est proche de +10 m NGF d'après la carte IGN 1911 ET au 1/25 000^e de Rouen.

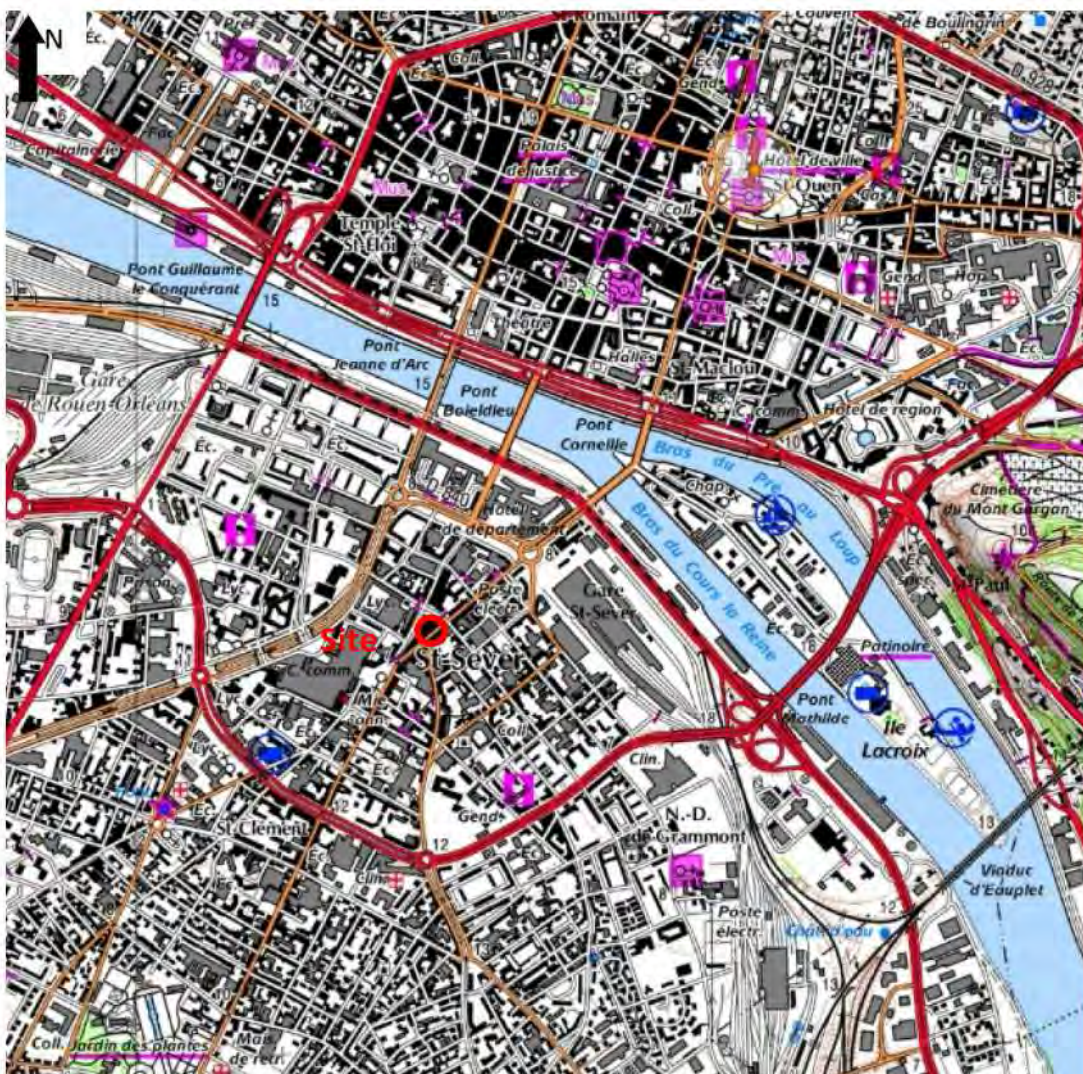


Figure 1 : Localisation générale du site

(Extrait de geoportail.fr)

Le site est localisé dans une zone urbanisée (cf. vue générale ci-dessous) dans un quartier résidentiel et commercial.



Figure 2 : Vue générale du secteur (extrait de géoportail.fr)

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A

Le site occupe deux parcelles (cf. plan cadastral ci-dessous) dont les références cadastrales sont les suivantes :

Référence de la parcelle	Emprise
000 MV 67	574 m ²
000 MV 69	280 m ²
Total	854 m ²

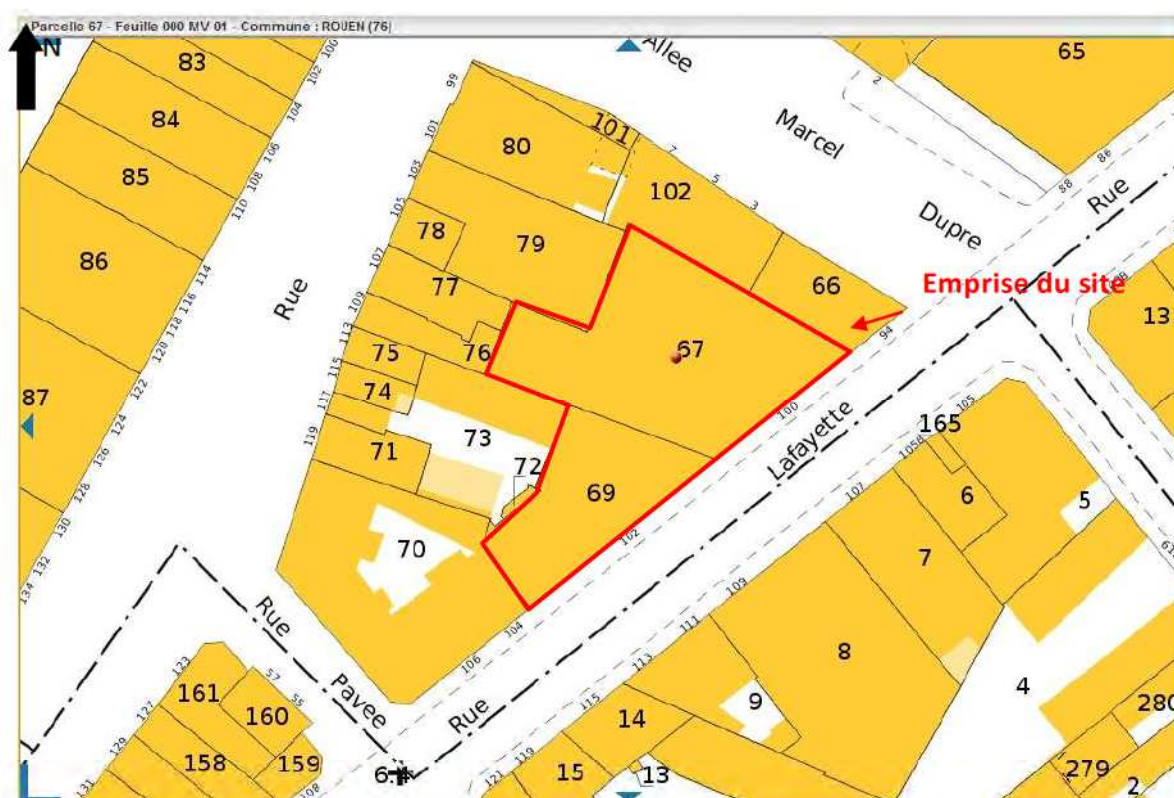


Figure 3 : Plan cadastral (extrait de cadastre.gouv.fr)

2.2. Description générale

Les installations comprennent un hall de vente de pièces automobiles ainsi que différentes aires de dépôts en rez-de-chaussée.

Des locaux d'archives sont présents à l'étage.

2.3. Contexte géologique

Le contexte géologique du secteur est illustré par la carte géologique au 1/50 000 de ROUEN-EST (n°100) dont un extrait est présenté sur la figure 4 ci-dessous.



Source : Infoterre.brgm.fr

Figure 4 : Contexte géologique

D'après la carte géologique, le site repose sur les alluvions modernes de la Seine (notée Fz) puis sur les marnes gris clair du Portlandien (notés j9).

Du fait de l'anticlinal de Rouen de direction Nord-Ouest/Sud-Est, les couches du Jurassique Supérieur (Portlandien) constituent le substratum immédiat des alluvions sur la rive gauche de la Seine.

D'après les sondages recensés en BSS, l'épaisseur des alluvions est proche d'une douzaine de mètres.

Les 3 sondages proches du site référencés dans Infoterre indiquent la succession géologique suivante :

Référence	Profondeur	Description lithologique
100-1X-249	18,5 m	0-2,2 m : Remblai de terre et cailloux divers 2,2-12,2 m : Sable jaune et galets très durs (alluvions) 12,2-18,5 m : Calcaire (Portlandien)
100-1X-250	14,6 m	0-2,1 m : Remblai 2,1-12,7 m : Sables et galets (alluvions) 12,7-14,6 m : Calcaire (Portlandien)
100-1X-254	18 m	0-2,7 m : Remblai 2,7-7,5 m : Vase, limon argileux, tourbe (alluvions) 7,5-13,45 m : Sables et galets (alluvions) 13,45-18 m : Calcaire (Portlandien)

2.4. Contexte hydrogéologique

L'aquifère principal dans le secteur d'étude est celui de la nappe de la craie présente dans les assises crayeuses du Séno-Turonien. Ces formations sont absentes dans le secteur du projet du fait de l'anticlinal de Rouen.

L'aquifère présent est celui des alluvions. La nappe s'écoule vers la vallée de la Seine, c'est-à-dire globalement du sud-est vers le nord-ouest.

D'après la banque de données du sous-sol (Infoterre du BRGM), le seul forage recensé dans un rayon de 500 m est celui de la Préfecture (référence 100-1N-0086). Cet ouvrage distant de 500 m à l'aval du projet a été exécuté en 1958 pour alimenter l'abri atomique de la Préfecture. D'une profondeur de 18 m, il capte les alluvions et le toit des calcaires du Portlandien. Son état actuel n'est pas connu.

3. Diagnostic de l'état de pollution des sols

3.1. Présentation

Le programme de reconnaissance a été établi suite à la visite du site du 12 septembre 2012 en présence de Monsieur DELOFFRE, représentant de la SARL IMMODEL.

Il prévoyait l'exécution de 7 sondages de 2 à 4 m de profondeur répartis au droit des 3 principales zones à investiguer du fait du risque potentiel de pollution des sols.

Zones à caractériser	Nombre de sondages
Ancienne piste de la station service	3
Ancienne cuve enterrée de la station service	3
Cuve enterrée de la chaudière fuel	1

Du fait de la présence de remblais très indurés et de zone bétonnée, les sondages implantés initialement au plus près de l'ancienne cuve de la station service ont été déplacés. De plus, un sondage supplémentaire a été exécuté.

3.2. Sondages

Les 8 sondages S1 à S8 ont été exécutés le 16/10/2012 par la société ASTARUSCLE à l'aide d'un atelier de sondages carottés de type GEOPROBE sous la conduite d'Antea Group.

Les sondages d'une profondeur de 0,8 à 4 m, ont été exécutés à sec par battage à l'aide d'un carottier de diamètre extérieur 56 mm qui recueille les sols tous les mètres, dans des gaines PVC transparentes. Les carottes ont ensuite été ouvertes sur place et les échantillons de sols ont été prélevés après description des terrains traversés.

Les sondages sont listés dans le tableau 1 ci-dessous et localisés sur le plan de la figure 5. Les prises de vue du 16/10/2012 des points de sondage sont rassemblées dans le tableau 2.

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A

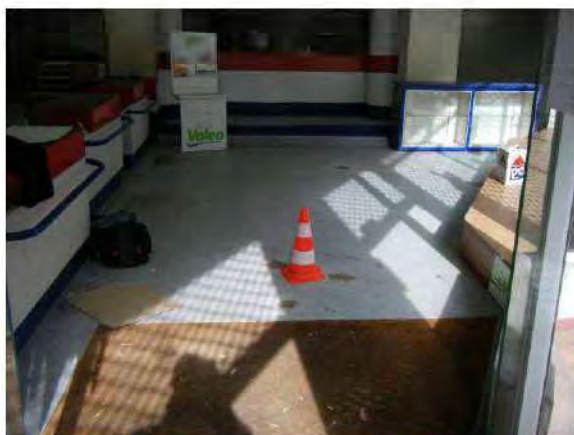
Sondage	Localisation	Profondeur
S1	Ancienne station service	0,8 m
S2	Ancienne station service	2 m
S3	Ancienne station service	2 m
S4	Ancienne station service	2 m
S5	Ancienne station service	1,9 m
S6	Ancienne cuve enterrée de la station service	4 m
S7	Cuve enterrée de la chaudière fuel	4 m
S8	Ancienne cuve enterrée de la station service	4 m

Tableau 1 : Liste des sondages exécutés

Les sondages S1 à S5 ont été exécuté jusqu'au refus de la machine.

SARL IMMODEL

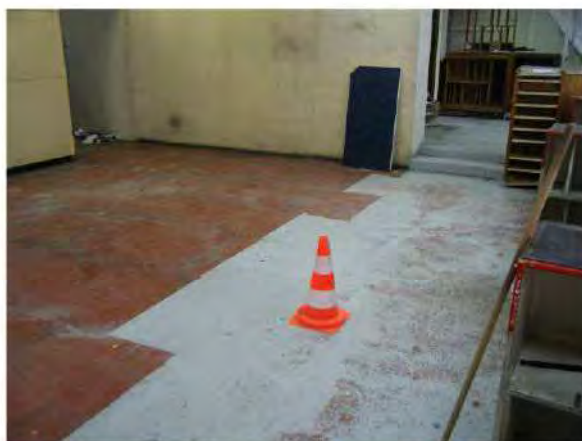
Projet d'achat du site AD à Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A



Sondage S1 – Ancienne station service



Sondage S2 – Ancienne station service



Sondage S3 - Ancienne station service



Sondages S4 - Ancienne station service



Sondage S5 - Ancienne station service



Sondage S6 – Premiers essais de foration



Sondage S6



Sondage S7 – Cuve enterrée de la chaudière



Sondage S8

Tableau 2 : Prises de vue des travaux de sondages (16/10/2012)

3.3. Analyses de sols

Le laboratoire Agrolab a procédé aux analyses suivantes :

- **hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)** : 16 substances :
 naphtalène, acénaphthylène, acénaphtène, fluorène, phénanthrène,
 anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène,
 benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène,
 dibenzo(ah)anthracène, benzo(ghi)pérylène, indéno(123-cd)pyrène,
- **hydrocarbures totaux (HCT C10-C40) et hydrocarbures volatils (C6-C10),**
- **composés aromatiques volatils (CAV ou BTEX)** : 5 composés : benzène,
 toluène, éthylbenzène, m,p-xylène, o-xylène,
- **composés organohalogénés volatils (COHV)** : 11 composés :
 1,1-dichloroéthane, 1,1-dichloroéthène, cis-dichloroéthène,
 trans-dichloroéthène, dichlorométhane, tétrachloroéthène,
 tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone), 1,1,1-trichloroéthane,
 trichloroéthène, trichlorométhane (chloroforme), chlorure de vinyle.

Des analyses complémentaires (TPH pour différenciation des fractions aromatiques et aliphatiques des hydrocarbures et mesure du Carbone Organique Total COT) ainsi que 2 essais granulométriques ont également été effectués. Ces paramètres sont utilisés dans le cadre de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires.

La répartition des analyses par sondage est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Sondage	Profondeur analysée	Analyses
S1	0 à 0,8 m	HCT, BTEX, HAP, COHV
S2	0 à 1 m	HCT, BTEX, HAP, COHV
S3	0 à 1 m	HCT, BTEX, HAP, COHV, COT
S5	0 à 1 m	HCT, BTEX, HAP, COHV
S6	2 à 3 m	TPH
	3 à 4 m	HCT, BTEX, HAP, COHV, COT
S7	3 à 4 m	HCT, BTEX, HAP, COHV, COT
S8	2 à 3 m	Granulométrie
	3 à 4 m	HCT, BTEX, HAP, COHV
S6 et S8	0 à 1 m	Constitution d'un échantillon moyen pour essai granulométrique.

Tableau 3 : Répartition des analyses par sondage

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A

Au total, 10 échantillons ont été analysés, les procédures analytiques sont les suivantes :

Paramètre	Procédure d'analyse
Matières sèches	ISO 11465 ; EN12880
COT	Conforme ISO 10694
Hydrocarbures totaux C10-C40, HAP	Méthode interne
Hydrocarbures C6-C10	ISO 22155
BTEX, COHV	ISO 22155
Granulométrie	ISO 11277

3.4. Résultats

3.4.1. Nature des terrains

Les fiches de prélèvement de sols sont présentées en annexe 1. Les terrains traversés sont relativement homogènes au droit des 8 sondages. Ils sont principalement représentés par un remblai sableux brun, parfois graveleux qui repose sur une argile grise présente à partir de 2 m de profondeur. Les sondages n'ont pas mis en évidence de venues d'eau.

Une forte odeur d'hydrocarbures a été observée à partir de 2 m de profondeur au sondage S6 et à partir de 2,5 m au sondage S8 jusqu'à la fin du sondage (4 m).

La description des sondages est synthétisée dans le tableau ci-dessous.

Sondage	Profondeur	Nature des terrains
S1	0,8 m	Dalle (0,1m). Remblai de sable brun avec silex. Refus à 0,8 m.
S2	2 m	Dalle (0,1m). Remblai de sable brun avec silex. Refus à 2 m.
S3	2 m	Dalle (0,1m). Remblai de sable brun avec silex. Argile marron à partir d'1,2 m puis remblai sableux brun à partir de 1,4 m. Refus à 2 m.
S4	2 m	Dalle (0,1m). Remblai sablo-graveleux brun avec silex. Refus à 2 m.
S5	1,9 m	Dalle (0,1m). Remblai sablo-graveleux brun avec silex. Refus à 1,9 m.
S6	4 m	Dalle (0,1m). Remblai sableux brun avec silex, sablo-graveleux de 0,4 à 1,2 m puis légèrement argileux. Argile grise à forte odeur d'hydrocarbures à partir de 2 m.
S7	4 m	Dalle (0,1m). Remblai sablo-graveleux brun jusqu'à 1,2 m puis sablo-argileux brun. Argile marron grise avec quelques silex à partir de 2 m.
S8	4 m	Dalle (0,05m). Sable noirâtre puis remblai sablo-graveleux brun avec silex à partir de 0,5 m. Argile grise à forte odeur d'hydrocarbures à partir de 2,5 m.

Tableau 4 : Description des terrains traversés au droit des 8 sondages

3.4.2. Résultats des analyses de sols

Les bordereaux d'analyses sont rassemblés en annexe 2 et les résultats sont repris dans les tableaux ci-après et dans le tableau de synthèse de l'annexe 3.

Les outils d'appréciation de la qualité des sols s'appuient sur la méthodologie relative aux sites et sols pollués du 08 février 2007, qui ne propose pas de valeurs réglementaires de référence.

Pour appréhender le degré des impacts, les teneurs mesurées seront comparées aux limites de quantification et au bruit de fond géochimique des éléments traces métalliques définis par l'INRA (programme ASPITET) et par le Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS).

Pour les paramètres organiques, en l'absence de valeurs guides, les résultats seront comparés en priorité aux limites de quantification analytiques.

Ils sont également comparés, à titre indicatif, aux critères d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets (ISD).

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A

3.4.2.1. Hydrocarbures totaux

Les résultats des analyses pour les hydrocarbures C10-C40 et C6-C10 avec la répartition des fractions carbonées sont repris dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Unité	S1 (0-0.8)	S2 (0-1)	S3 (0-1)	S5 (0-1)	S6 (3-4)	S7 (3-4)	S8 (3-4)
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	39	42	<20	298	2420	<20	7500
Fraction C10-C12	mg/kg Ms	<4	<4	<4	<4	25	<4	53
Fraction C12-C16	mg/kg Ms	<4	<4	<4	8	8	<4	35
Fraction C16-C20	mg/kg Ms	6	<2	<2	45	39	<2	150
Fraction C20-C24	mg/kg Ms	8	6	3	84	180	<2	610
Fraction C24-C28	mg/kg Ms	9	10	4	67	490	<2	1540
Fraction C28-C32	mg/kg Ms	7,9	12,6	2,4	51,5	690	<2,0	2100
Fraction C32-C36	mg/kg Ms	5	7	3	27	600	<2	1820
Fraction C36-C40	mg/kg Ms	2	4	<2	11	390	<2	1250
Hydrocarbures volatils C6-C10	mg/kg Ms	2,5	<1,0	<1,0	<1,0	22	<1,0	24
Fraction C6-C8	mg/kg Ms	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	5,1	<1,0	5,4
Fraction C8-C10	mg/kg Ms	2,5	<1,0	<1,0	<1,0	17	<1,0	18

Tableau 5 : Résultats en hydrocarbures totaux dans les échantillons de sols

Les résultats en hydrocarbures totaux C10-C40 sont inférieurs à la limite de quantification de 20 mg/kg-MS aux sondages S3 (0-1m) et S7 (3-4m).

Aux sondages S1 et S2, les valeurs proches de 40 mg/kg-MS sont peu importantes. Au sondage S5 la concentration totale en HCT proche de 300 mg/kg-MS correspond à des hydrocarbures peu volatils (les fractions C16-C40 représentent 96 % des hydrocarbures C10-C40).

Les concentrations les plus élevées, 2420 mg/kg-MS et 7500 mg/kg-MS sont mesurées aux sondages S6 et S8 de 3 à 4 m de profondeur. Les hydrocarbures représentés sont peu volatils puisque les fractions C16-C40 représentent 99 % des hydrocarbures mesurés.

Les résultats en hydrocarbures volatils C6-C10 sont inférieurs à la limite de quantification de 1 mg/kg-MS sur 4 des 7 sondages analysés. Une faible concentration est mesurée au sondage S1 (2,5 mg/kg-MS) et les concentrations plus élevées sont mesurées aux sondages S6 et S8.

On remarquera qu'entre les sondages S6 et S8, la répartition des fractions carbonées est très proche ce qui laisse supposer que le même type d'hydrocarbures est à l'origine de l'impact dans les sols.

3.4.2.2. HAP

Les résultats en HAP totaux sont repris dans le tableau de synthèse ci-dessous. Le détail des analyses est donné dans le tableau de l'annexe 3.

Echantillon	HAP totaux (somme des 16 composés) en mg/kg-MS
S1 (0-0,8)	0,95
S2 (0-1)	0,07
S3 (0-1)	0,56
S5 (0-1)	120
S6 (3-4)	0,65
S7 (3-4)	<0,8 pour la somme des 16 composés
S8 (3-4)	2,2

Tableau 6 : Résultats en HAP dans les échantillons de sols

A l'exception de l'échantillon prélevé au sondage S5, les concentrations totales en HAP sont faibles.

Au sondage S5, la concentration totale en HAP atteint 120 mg/kg-MS, les composés majoritaires sont le phénanthrène, le fluoranthène et le pyrène (20 % des concentrations mesurées pour chacune des substances).

3.4.2.3. Composés aromatiques volatils

Les résultats en CAV sont repris dans le tableau de synthèse ci-dessous et détaillés dans le tableau de l'annexe 3.

Paramètre	Unité	S1 (0-0.8)	S2 (0-1)	S3 (0-1)	S5 (0-1)	S6 (3-4)	S7 (3-4)	S8 (3-4)
Benzène	mg/kg Ms	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,26	<0,05	<0,05
Toluène	mg/kg Ms	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,22	<0,05	<0,05
Ethylbenzène	mg/kg Ms	0,41	<0,05	<0,05	<0,05	0,57	<0,05	<0,05
Somme Xylènes	mg/kg Ms	1,8	<0,15	<0,15	<0,15	3,6	<0,15	0,83
Somme des CAV	mg/kg Ms	2,21	-/-	-/-	-/-	4,65	-/-	0,83

Tableau 7 : Résultats en composés aromatiques volatils dans les échantillons de sols

Les résultats sont inférieurs à la limite de quantification sur 3 échantillons. La présence de composés aromatiques est détectée aux sondages S1, S6 et S8 à une concentration globale comprise entre 0,8 et 5 mg/kg-MS.

3.4.2.4. Composés organo-halogénés volatils

Les COHV ont été recherchés au droit de 7 sondages (S1 à S3 et S5 à S8). Le détail des analyses est donné dans le tableau de l'annexe 3. Les résultats sont tous inférieurs à la limite de quantification de 0,1 mg/kg-MS.

3.5. Interprétation des résultats et commentaires

Les résultats des analyses de sols mettent en évidence les principaux points suivants :

- la présence d'hydrocarbures à une concentration supérieure à la limite d'acceptabilité (500 mg/kg-MS) en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) au droit des sondages S6 et S8 de 3 à 4 m de profondeur. Les concentrations mesurées (2420 et 7500 mg/kg-MS) sont représentatives de la qualité des sols admissibles en Installations de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD). Les hydrocarbures mesurés sont peu volatils,
- des concentrations en HAP faibles à l'exception de la concentration mesurée au sondage S5 dans le 1^{er} mètre supérieure à la limite d'acceptabilité en ISDI et représentative des terres admissibles en ISDD,
- des concentrations en composés aromatiques volatils comprises entre la limite de quantification et 5 mg/kg-MS. Les concentrations mesurées sont toutes inférieures à la limite d'acceptabilité en ISDI,
- des résultats en composés organo-halogénés volatils (COHV) tous inférieurs aux limites de quantification.

Le tableau ci-dessous liste l'ensemble des sondages qui présentent des concentrations supérieures à la limite d'acceptabilité en ISDI pour ce qui concerne les résultats d'analyses sur échantillon brut.

Sondage	Localisation	Concentrations mesurées
S5 (0-1m)	Ancienne station service	HAP : 120 mg/kg-MS
S6 (3-4m)	Ancienne cuve station service	Hydrocarbures totaux : 2 420 mg/kg-MS
S8 (3-4m)	Ancienne cuve station service	Hydrocarbures totaux : 7 500 mg/kg-MS

Tableau 8 : Tableau de synthèse des résultats d'analyses de sols

Les résultats sont synthétisés sur le plan de la figure 6.

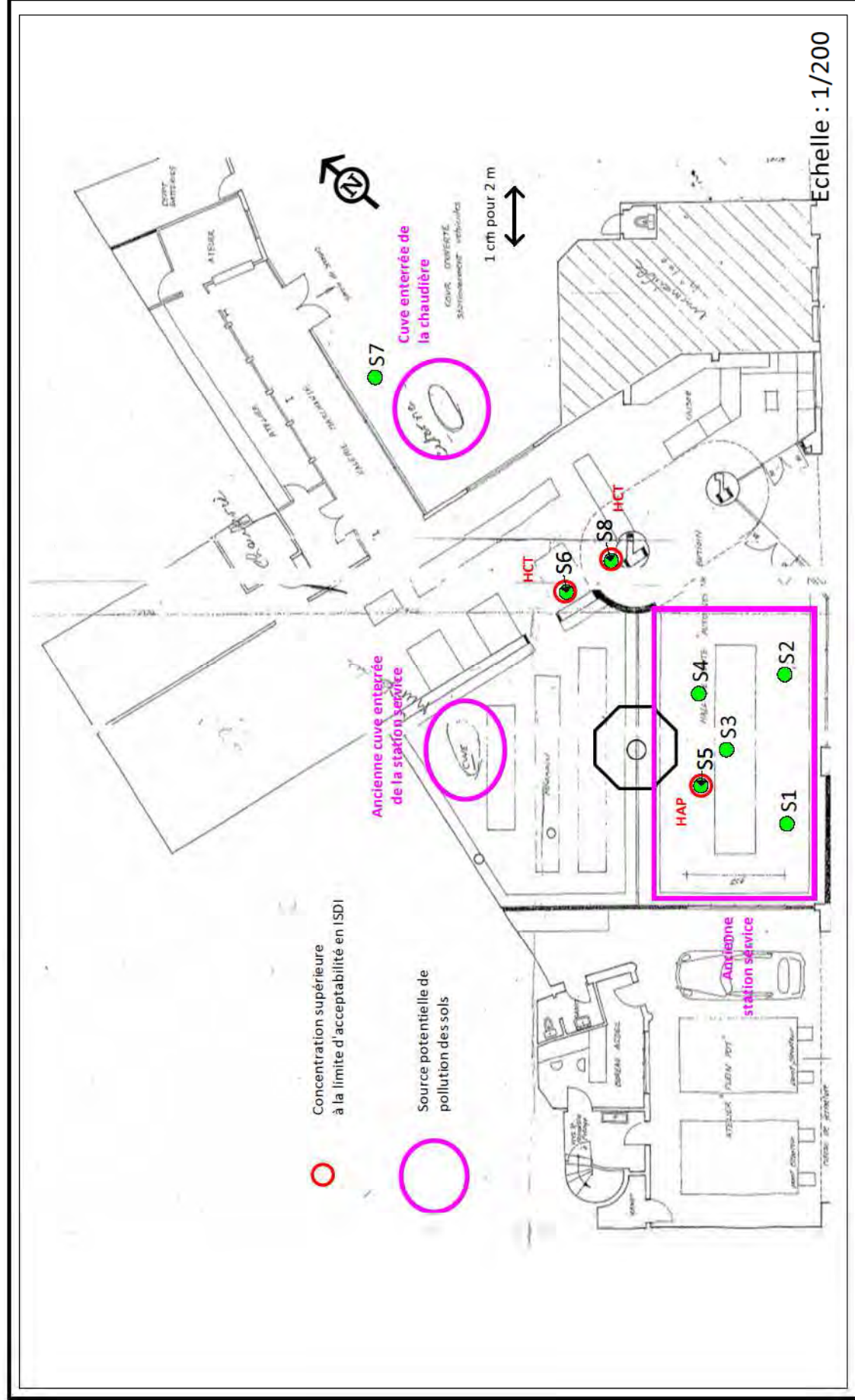


Figure 6 : Carte de synthèse des résultats des analyses de sols

4. Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

Ce chapitre présente une synthèse de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires détaillée en annexe 4. Les incertitudes relatives aux calculs de risques sanitaires sont également présentées en annexe 4.

4.1. Préambule

L'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) a pour objectif de vérifier, sur la base d'une occupation **résidentielle future**, si l'usage de l'ancien site AD est compatible avec les critères d'acceptabilité du risque définis au niveau national.

En cas d'incompatibilité, des mesures correctrices peuvent être proposées : mesures constructives, travaux de dépollution, servitudes et restrictions d'usage,...

Cette approche quantitative est réalisée conformément au guide méthodologique : « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » (Version 0 du 8 février 2007) et repose sur une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS).

4.2. Méthodologie

4.2.1. Les moyens

L'évaluation porte sur les risques sanitaires liés à une **exposition chronique** des usagers aux substances à impact potentiel reconnues lors des analyses réalisées sur les sols.

L'EQRS est réalisée à l'aide de SANTEA, feuille de calcul mise au point par Antea Group en 2004. Cette feuille de calcul n'est pas un logiciel en soi, dans le sens où elle ne propose pas de nouvelles équations mais se base uniquement sur des équations issues d'autres modèles.

Il s'agit plus exactement d'une feuille de calcul sécurisée¹, intégrant les codes de calcul des modèles de calculs reconnus internationalement, tels que : RBCA, HESP, JOHNSON & ETTINGER, etc. ...

4.2.2. Le concept

L'évaluation des risques pour la santé humaine repose sur le concept « sources-vecteurs-cibles » :

- source de substances à impact potentiel,
- transfert des substances (par un « vecteur ») vers un point d'exposition,
- exposition à ces substances des populations (ou « cibles ») situées au point d'exposition.

Les informations relatives à la « source » sont déduites des résultats de la campagne d'investigations sur les sols menée en octobre 2012.

Pour un scénario donné, le risque par substance est obtenu en procédant au calcul du Quotient de Danger (QD pour les risques toxiques) et de l'excès de risque individuel (ERI pour les risques cancérigènes) et en comparant les résultats obtenus aux critères sanitaires en vigueur. Ces derniers sont fournis par la circulaire ministérielle du 8 février 2007 :

$$QD < 1$$

$$ERI < 1.10^{-5}$$

Les risques pour un individu et pour un scénario donné sont obtenus en cumulant les risques calculés par substance, démarche qui conserve un caractère sécuritaire.

¹ SANTEA est sécurisée car la saisie des paramètres de calcul est étroitement cadrée et les utilisateurs habilités par Antea Group n'ont accès ni aux équations ni aux VTR, ce qui limite fortement les erreurs de calcul.

4.3. Identification des sources de danger, des vecteurs et des cibles

4.3.1. Description des aménagements

Les installations actuelles comprennent en rez-de-chaussée un hall de vente de pièces de véhicules ainsi que différentes zones d'entrepôts. Dans le cadre de son usage futur, le bâtiment dans sa configuration actuelle sera transformé en logements.

4.3.2. Identification des sources de danger

Les informations relatives à la « source » sont déduites de la campagne d'analyses des sols d'octobre 2012.

Les résultats indiquent notamment la présence d'hydrocarbures, de composés aromatiques volatils (CAV) et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les échantillons de sols.

4.3.3. Voies d'exposition retenues

Sur l'emprise des installations du site AD, les sols sont actuellement recouverts par les dalles des bâtiments. La présence de ces dalles interdit le contact direct avec les sols (ingestion de sol et inhalation de poussières).

Le seul mode de transfert des substances vers les milieux d'exposition est la volatilisation de substances volatiles depuis les sols et leur dispersion atmosphérique à l'intérieur des bâtiments.

Les voies d'exposition retenues correspondent à **l'inhalation de vapeurs en intérieur (logements)**.

L'objectif étant de vérifier que l'usage de logements dans la configuration actuelle des bâtiments est compatible.

4.4. Choix des substances retenues

Les substances et concentrations retenues sont présentées en annexe 4.

4.5. Paramètres d'exposition : schéma conceptuel d'exposition

Les durées et fréquences d'exposition sont celles utilisées par l'INERIS dans la méthode de calcul des VCI². Les valeurs sont présentées en annexe 4.

4.6. Paramètres de calcul

Les paramètres retenus et les modèles utilisés sont détaillés en annexe 4.

4.7. Résultats des calculs de l'évaluation quantitative des risques sanitaires

Les tableaux rassemblant les Quotients de Danger (QD) et les Excès de Risque Individuel (ERI) voie par voie et substance par substance sont présentés en annexe 4 (EQRS3). Le tableau de synthèse des résultats des calculs de risques est présenté ci-dessous.

Scénarios	Somme des Quotient de Danger (QD) Adultes	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Adultes	Somme des Quotient de Danger (QD) Enfants	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Enfants
Inhalation de vapeurs à l'intérieur des logements				
Inhalation de vapeurs à l'intérieur (terres impactées en surface) :	0,885	$6,5.10^{-6}$	1,21	$1,8.10^{-6}$
Inhalation de vapeurs à l'intérieur (terres impactées en profondeur) :	0,17	$3,0.10^{-6}$	0,23	$8,3.10^{-7}$
Risque total pour un usage résidentiel	1,05	$9,6.10^{-6}$	1,44	$2,6.10^{-6}$
Critères recommandés par la circulaire du 08/02/07	1	1.10^{-5}	1	1.10^{-5}

Tableau 9 : Résultats des calculs de risques

Les risques toxiques (Quotients de Danger) et l'addition des risques cancérogènes (Excès de Risques Individuels) pour les adultes et les enfants dépassent les critères recommandés par la circulaire du 8 février 2007.

² Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols. INERIS. Novembre 2001

Les risques proviennent majoritairement des terres impactées en surface. Les substances portant le risque sont listées dans le tableau ci-dessous pour les quotients de dangers et les excès de risques individuels supérieurs aux valeurs guides.

Scénario	Substances apportant le risque pour le QD	% du risque	Substances apportant le risque pour l'ERI	% du risque
Logements	Xylènes	55 %	Ethylbenzène	89 %
	Naphtalène	19 %		
	Hydrocarbures aliphatiques C>8-10	11 %		

Tableau 10 : Substances portant majoritairement le risque pour les terres impactées en surface

Les dépassements ont principalement comme origine la concentration maximale en xylènes (1,8 mg/kg-MS) pour ce qui concerne les risques toxiques et la concentration en éthylbenzène (0,41 mg/kg-MS) pour ce qui concerne les risques cancérogènes.

4.8. Calculs des concentrations maximales admissibles

Afin d'obtenir des risques admissibles, il est nécessaire de fixer des objectifs de remise en état sur les substances entraînant la majorité du risque. Les concentrations maximales admissibles (CMA) calculées pour les sols sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Scénario	Substance	Concentration maximale mesurée en mg/kg-MS	Sondage	Objectif de concentration dans les sols en mg/kg-MS
Logements	Ethylbenzène	0,41	S1 (0-0,8m)	0,15
	Xylènes	1,8	S1 (0-0,8m)	0,5
	Naphtalène	1,2	S5 (0-1m)	0,5
	Hydrocarbures aliphatiques C>8-10	2,5	S1 (0-0,8m)	1,5

Tableau 11 : Concentrations maximales admissibles dans les sols en surface

Les CMA conduisent aux valeurs de risques présentées dans le tableau de la page suivante.

Les Quotients de Danger (QD) et Excès de Risque Individuel (ERI) correspondants sont détaillés dans les tableaux de l'annexe EQRS4.

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A

Scénarios	Somme des Quotient de Danger (QD) Adultes	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Adultes	Somme des Quotient de Danger (QD) Enfants	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Enfants
Inhalation de vapeurs à l'intérieur des logements				
Inhalation de vapeurs à l'intérieur (terres impactées en surface) :	0,37	$2,7.10^{-6}$	0,51	$7,4.10^{-7}$
Inhalation de vapeurs à l'intérieur (terres impactées en profondeur) :	0,17	$3,0.10^{-6}$	0,23	$8,3.10^{-7}$
Risque total pour un usage résidentiel	0,54	$5,7.10^{-6}$	0,74	$1,6.10^{-6}$
Critères recommandés par la circulaire du 08/02/07	1	1.10^{-5}	1	1.10^{-5}

Tableau 12 : Valeurs de risques sanitaires associées aux CMA

Ces valeurs de risques sanitaires sont valables sur la base, notamment, des résultats du diagnostic de qualité des sols. Il est rappelé les sondages prévus à proximité de l'ancienne cuve enterrée de la station service n'ont pu être exécutés en raison de difficultés d'accès. De ce fait, il est possible que des concentrations résiduelles dans les sols puissent exister à des valeurs supérieures à celles prises en compte dans les calculs.

Les calculs de risques présentés ci-avant ne sont valables que pour les seules hypothèses admises. Toute modification de l'usage du site, du projet de réaménagement et des hypothèses constructives entraînera nécessairement une mise à jour des calculs de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires.

Les calculs de risques réalisés dans le cadre de cette étude sont à caractère sanitaire pour les seules substances recherchées. Les éventuels autres risques liés au projet, notamment géotechnique, ne sont pas étudiés.

5. Recommandations suite à l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

Le calcul des risques sanitaires conduit à des valeurs de risques supérieures aux critères recommandés par la circulaire du 8 février 2007 dans le cadre de l'usage de logements au droit des bâtiments actuels, en rez-de-chaussée.

Les concentrations maximales admissibles (CMA) calculées sont reprises dans le tableau ci-dessous ainsi que les sondages pour lesquels les concentrations mesurées dépassent ces CMA.

Scénario	Substance	Concentration maximale mesurée en mg/kg-MS	Objectif de concentration dans les sols en mg/kg-MS	Sondage pour lesquels la concentration mesurée dépasse la CMA calculée
Logements	Ethylbenzène	0,41	0,15	S1 (0-0,8m)
	Xylènes	1,8	0,5	S1 (0-0,8m)
	Naphtalène	1,2	0,5	S5 (0-1m)
	Hydrocarbures aliphatiques C>8-10	2,5	1,5	S1 (0-0,8m)

Les dépassements concernent les sondages S1 et S5 localisés au droit de l'ancienne station service.

Rappelons que les difficultés d'accès et la présence de remblais indurés font que l'ancienne station service peut potentiellement présenter d'autres aires impactées.

6. Conclusions

6.1. Qualité des sols

Le diagnostic de la qualité des sols exécuté en octobre 2012 a consisté en l'exécution de 8 sondages et en l'analyse de 10 échantillons de sols.

Les résultats des analyses de sols mettent notamment en évidence les points suivants :

- la présence d'hydrocarbures à une concentration supérieure à la limite d'acceptabilité (500 mg/kg-MS) en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) au droit des sondages S6 et S8 de 3 à 4 m de profondeur. Les concentrations mesurées (2420 et 7500 mg/kg-MS) sont représentatives de la qualité des sols admissibles en Installations de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD). Les hydrocarbures mesurés sont peu volatils,
- des concentrations en HAP faibles à l'exception de la concentration mesurée au sondage S5 dans le 1^{er} mètre, supérieure à la limite d'acceptabilité en ISDI et représentative des terres admissibles en ISDD,
- des concentrations en composés aromatiques volatils comprises entre la limite de quantification et 5 mg/kg-MS. Les concentrations mesurées sont toutes inférieures à la limite d'acceptabilité en ISDI,
- des résultats en composés organo-halogénés volatils (COHV) tous inférieurs aux limites de quantification.

6.2. Evaluation sanitaire du site

L'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires réalisée sur la base des résultats de la campagne de reconnaissance en prenant en compte les concentrations maximales mesurées conduit à des risques **non acceptables dans le cadre d'un usage résidentiel des actuels bâtiments**.

6.3. Recommandations sur la gestion des terres du site

Si les terres devaient être évacuées hors du site dans le cadre d'aménagements futurs, des tests d'acceptabilité en installation de stockage de déchets inertes (ISDI) devront être effectués au préalable. A ce stade, seuls des paramètres sur sol brut sont disponibles.

Sur la base des analyses disponibles, deux secteurs ne répondent pas aux critères ISDI (pour les seuls paramètres disponibles sur sols bruts) :

- le secteur correspondant aux sondages S6 et S8 où les terres sont impactées en hydrocarbures à partir de 2 m de profondeur et jusqu'à 4 m minimum, à proximité de l'ancienne cuve de la station service
- ponctuellement le sondage S5 au droit de l'ancienne station service.

Si les terres restaient en place, et que le projet prévoit la construction de logements au droit des zones d'impact, il serait nécessaire pour des raisons sanitaires de traiter l'ancienne station service au droit à minima des sondages S1 et S5.

Rappelons que compte tenu des difficultés d'accès, les secteurs localisés à proximité de l'ancienne cuve enterrée de la station service n'ont pu être investigués. C'est pourquoi, il ne peut pas être exclu que des terres présentant des concentrations résiduelles supérieures à celles déjà observées existent au droit du site et que la quantité de terres à évacuer pour des raisons sanitaires ou d'aménagement soit plus élevée.

Dans le cadre d'éventuelles opérations de gestion de terres, des reconnaissances complémentaires seront nécessaires pour affiner en extension et en profondeur les impacts.

6.4. Restrictions de l'étude

Il est rappelé que les résultats des reconnaissances disponibles s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

Les résultats de la campagne de reconnaissance sont représentatifs des seules zones investiguées. Des secteurs, comme celui de l'ancienne cuve enterrée de la station service, n'ont pu être diagnostiqués en raison des impossibilités d'accès ou des difficultés de foration.

L'évaluation sanitaire n'est valable que pour les seules hypothèses admises relatives à un usage résidentiel. Toute modification de l'usage du site entraînera nécessairement une mise à jour des calculs.

Les investigations et les recommandations présentées dans le présent document n'ont pas vocation à apporter des éléments de réponse sur la protection des biens et des installations actuels ou futurs, ni sur le plan géotechnique.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

Antea Group réalise ses prestations dans le respect des principes de la norme AFNOR 31-620, de septembre 2003, aujourd'hui en attente de révision. Cette norme constitue le support du Référentiel de labellisation QUALIPOL, établi par l'UPDS, dont Antea Group est membre. Antea Group applique les recommandations de la politique de gestion des sites et sols pollués du MEEDDAT, initiée en février 2007 et exprimée dans les circulaires de 2007. Les prestations prévues ci-dessus entrent dans la codification QUALIPOL de l'annexe 5.

Antea Group a obtenu le certificat de labellisation QUALIPOL le 4 novembre 2008.

Annexe 1

Fiches de prélèvement des échantillons de sols

(8 pages)

Agence	Paris Centre Normandie	Projet n°	NIEP120277
Adresse	Antea Group ROUEN Horizon 2000 - Mach 5 Avenue des Hauts Grigneux 76420 BIHOREL	Intitulé :	Diagnostic sol - site Auto Distribution
Tél :	02 32 76 69 60	Lieu :	Rouen (76)
Fax :	02 32 76 69 63	Responsable du projet :	S.MATIFAT
		Début de campagne :	16/10/2012
		Fin de campagne :	16/10/2012

Préleveur(s)	F.BARBAULT	N° station	S1
Date/Heure	16/10/2012	Outils	Géoprobe

Profondeur (m)	Description	Profondeur prélevée (m)	Mesure PID (ppm)
0 - 0.1	Dalle béton		
0.1 - 0.8	Remblais de sable brun avec silex (30%)	0 - 0.8	-
	Refus à 0.8m. Sondage déplacé 3 fois avec le même résultat.		

Observations (récupération d'échantillons, justification du non respect du mode opératoire, etc.)

FICHE DE PRELEVEMENT : SOL

Agence	Paris Centre Normandie	Projet n°	NIEP120277
Adresse	Antea Group ROUEN Horizon 2000 - Mach 5 Avenue des Hauts Grigneux 76420 BIHOREL	Intitulé :	Diagnostic sol - site Auto Distribution
Tél :	02 32 76 69 60	Lieu :	Rouen (76)
Fax :	02 32 76 69 63	Responsable du projet :	S.MATIFAT
		Début de campagne :	16/10/2012
		Fin de campagne :	16/10/2012

Préleveur(s)	F.BARBAULT	N° station	S2
Date/Heure	16/10/2012	Outils	Géoprobe

Profondeur (m)	Description	Profondeur prélevée (m)	Mesure PID (ppm)
0 - 0.1	Dalle béton		
0.1 - 1.5	Remblais de sable brun avec silex (40%) et briques (10%)	0 - 1.0	-
1.5 - 2.0	Remblais de sable brun avec silex (40%)briques (10%) et calcaire (10%)	1.0 - 2.0	-
	Refus à 2.0 m		

Observations (récupération d'échantillons, justification du non respect du mode opératoire, etc.)
--

Agence	Paris Centre Normandie	Projet n°	NIEP120277
Adresse	Antea Group ROUEN Horizon 2000 - Mach 5 Avenue des Hauts Grigneux 76420 BIHOREL	Intitulé :	Diagnostic sol - site Auto Distribution
Tél :	02 32 76 69 60	Lieu :	Rouen (76)
Fax :	02 32 76 69 63	Responsable du projet :	S.MATIFAT
		Début de campagne :	16/10/2012
		Fin de campagne :	16/10/2012

Préleveur(s)	F.BARBAULT	N° station	S3
Date/Heure	16/10/2012	Outils	Géoprobe

Profondeur (m)	Description	Profondeur prélevée (m)	Mesure PID (ppm)
0 - 0.1	Dalle béton		
0.1 - 1.2	Remblais sableux brun avec silex (40%)	0 - 1.0	-
1.2 - 1.4	Argile marron		
1.4 - 2.0	Remblais sableux brun à beige	1.0 - 2.0	-
	Refus à 2.0 m		

Observations (récupération d'échantillons, justification du non respect du mode opératoire, etc.)

Agence	Paris Centre Normandie	Projet n°	NIEP120277
Adresse	Antea Group ROUEN Horizon 2000 - Mach 5 Avenue des Hauts Grigneux 76420 BIHOREL	Intitulé :	Diagnostic sol - site Auto Distribution
Tél :	02 32 76 69 60	Lieu :	Rouen (76)
Fax :	02 32 76 69 63	Responsable du projet :	S.MATIFAT
		Début de campagne :	16/10/2012
		Fin de campagne :	16/10/2012

Préleveur(s)	F.BARBAULT	N° station	S4
Date/Heure	16/10/2012	Outils	Géoprobe

Profondeur (m)	Description	Profondeur prélevée (m)	Mesure PID (ppm)
0 - 0.1	Dalle béton		
0.1 - 2.0	Remblais sablo-graveleux brun avec silex (30%) et briques (10%)	0 - 1.0	-
	Refus à 2.0 m	1.0 - 2.0	-

Observations (récupération d'échantillons, justification du non respect du mode opératoire, etc.)

Agence	Paris Centre Normandie	Projet n°	NIEP120277
Adresse	Antea Group ROUEN Horizon 2000 - Mach 5 Avenue des Hauts Grigneux 76420 BIHOREL	Intitulé :	Diagnostic sol - site Auto Distribution
Tél :	02 32 76 69 60	Lieu :	Rouen (76)
Fax :	02 32 76 69 63	Responsable du projet :	S.MATIFAT
		Début de campagne :	16/10/2012
		Fin de campagne :	16/10/2012

Préleveur(s)	F.BARBAULT	N° station	S5
Date/Heure	16/10/2012	Outils	Géoprobe

Profondeur (m)	Description	Profondeur prélevée (m)	Mesure PID (ppm)
0 - 0.1	Dalle béton		
0.1 - 1.9	Remblais sablo-graveleux brun avec silex (30%) et briques (10%)	0 - 1.0	-
	Refus à 1.9 m	1.0 - 1.9	-

Observations (récupération d'échantillons, justification du non respect du mode opératoire, etc.)

Agence	Paris Centre Normandie	Projet n°	NIEP120277
Adresse	Antea Group ROUEN Horizon 2000 - Mach 5 Avenue des Hauts Grigneux 76420 BIHOREL	Intitulé :	Diagnostic sol - site Auto Distribution
Tél :	02 32 76 69 60	Lieu :	Rouen (76)
Fax :	02 32 76 69 63	Responsable du projet :	S.MATIFAT
		Début de campagne :	16/10/2012
		Fin de campagne :	16/10/2012

Préleveur(s)	F.BARBAULT	N° station	S6
Date/Heure	16/10/2012	Outils	Géoprobe

Profondeur (m)	Description	Profondeur prélevée (m)	Mesure PID (ppm)
0 - 0.1	Dalle béton		
0.1 - 0.4	Remblais sableux noirâtre	0 - 1.0	-
0.4 - 1.2	Remblais sablo-graveleux brun avec silex (20%) et briques (10%)		
1.2 - 2.0	Remblais sableux brun légèrement argileux avec silex et briques	1.0 - 2.0	-
2.0 - 4.0	Argile grise avec forte odeur HC	2.0 - 3.0	-
		3.0 - 4.0	-

Observations (récupération d'échantillons, justification du non respect du mode opératoire, etc.)

FICHE DE PRELEVEMENT : SOL

Agence	Paris Centre Normandie	Projet n°	NIEP120277
Adresse	Antea Group ROUEN Horizon 2000 - Mach 5 Avenue des Hauts Grigneux 76420 BIHOREL	Intitulé :	Diagnostic sol - site Auto Distribution
Tél :	02 32 76 69 60	Lieu :	Rouen (76)
Fax :	02 32 76 69 63	Responsable du projet :	S.MATIFAT
		Début de campagne :	16/10/2012
		Fin de campagne :	16/10/2012

Préleveur(s)	F.BARBAULT	N° station	S7
Date/Heure	16/10/2012	Outils	Géoprobe

Profondeur (m)	Description	Profondeur prélevée (m)	Mesure PID (ppm)
0 - 0.1	Dalle béton		
0.1 - 1.2	Remblais sablo-graveleux brun à silex(20%) calcaire (10%) briques(10%)	0 - 1.0	-
1.2 - 2.0	Remblais sablo argileux brun avec 10% de silex	1.0 - 2.0	-
2.0 - 4.0	Argile marron grise avec quelques silex	2.0 - 3.0	-
		3.0 - 4.0	-

Observations (récupération d'échantillons, justification du non respect du mode opératoire, etc.)

FICHE DE PRELEVEMENT : SOL

Agence	Paris Centre Normandie	Projet n°	NIEP120277
Adresse	Antea Group ROUEN Horizon 2000 - Mach 5 Avenue des Hauts Grigneux 76420 BIHOREL	Intitulé :	Diagnostic sol - site Auto Distribution
Tél :	02 32 76 69 60	Lieu :	Rouen (76)
Fax :	02 32 76 69 63	Responsable du projet :	S.MATIFAT
		Début de campagne :	16/10/2012
		Fin de campagne :	16/10/2012

Préleveur(s)	F.BARBAULT	N° station	S8
Date/Heure	16/10/2012	Outils	Géoprobe

Profondeur (m)	Description	Profondeur prélevée (m)	Mesure PID (ppm)
0 - 0.05	Dalle béton		
0.05 - 0.5	Sable noirâtre	0 - 1.0	-
0.5 - 2.5	Remblais sablo-graveleux brun avec silex(20%) calcaire(10%) briques (10%)		
2.5 - 4.0	Argile grise a forte odeur HC	1.0 - 2.0	-
		2.0 - 3.0	-
		3.0 - 4.0	-

Observations (récupération d'échantillons, justification du non respect du mode opératoire, etc.)

Annexe 2

Rapports d'analyses Agrolab

(14 pages)



ANTEA
AV DES HAUTES GRIGNEUX
HORIZON 2000-MACH 5
76420 BIHOREL
FRANCE

Date 24.10.2012
N° Client 35005766
N° commande 335901
Page 1 de 8

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 335901 Solide / Eluat

Client 35005766 ANTEA
Référence ROU/120192 Imputation NIEP120277 - Mme MATIFAT
Réception des échantillons 18.10.12
Prélèvement par: Client

Madame, Monsieur

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Sauf avis contraire, les analyses accréditées selon la norme EN ISO CEI 17025 ont été effectuées conformément aux méthodes de recherche citées dans les versions les plus actuelles de nos listes de prestations des Comités d'Accréditation Néerlandais (RVA), reconnus Cofrac, sous les numéro L005.

Si vous désirez recevoir de plus amples informations concernant le degré d'incertitudes d'une méthode de mesure déterminée, nous pouvons vous les fournir sur demande.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Respectueusement,

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143
Chargé relation clientèle

Copies

ANTEA , Mademoiselle Stéphanie MATIFAT


N° Cde 335901 Solide / Eluat

N° échant.	Prélèvement	Nom d'échantillon
898075	16.10.2012	S1 (0-0.8)
898128	16.10.2012	S2 (0-1)
898129	16.10.2012	S3 (0-1)
898131	16.10.2012	S5 (0-1)
898133	16.10.2012	S6 (3-4)

Unité	898075 S1 (0-0.8)	898128 S2 (0-1)	898129 S3 (0-1)	898131 S5 (0-1)	898133 S6 (3-4)
-------	----------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Prétraitement des échantillons

Traitements des contaminants						
Broyeur à mâchoires		++	++	++	++	--
Matière sèche	%	92,4	87,5	93,0	88,4	72,0

Analyses Physico-chimiques

CaCO ₃	% Ms	--	--	--	--	--
Perte au feu	% Ms	--	--	--	--	--

Fraction (pipette)

Fraction < 2 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 16 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 50 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 63 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 90 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 125 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 180 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 250 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 355 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 500 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 1000 µm	% Ms	--	--	--	--	--
Fraction < 2000 µm	% Ms	--	--	--	--	--

HAP

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50 ^{hb}	0,24
Acénaphtylène	mg/kg Ms	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50 ^{hb}	<0,050
Acénaphthène	mg/kg Ms	<0,050	<0,050	<0,050	1,2	<0,050
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050	<0,050	<0,050	1,5	0,081
Phénanthrène	mg/kg Ms	0,14	<0,050	0,056	20	0,22
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050	<0,050	<0,050	3,8	<0,050
Fluoranthène	mg/kg Ms	0,21	0,067	0,11	25	<0,050
Pyrène	mg/kg Ms	0,16	<0,050	0,080	20	0,11
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	0,077	<0,050	<0,050	9,0	<0,050
Chrysène	mg/kg Ms	0,077	<0,050	0,056	8,5	<0,050
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	0,068	<0,050	0,063	7,1	<0,050
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050	<0,050	<0,050	4,2	<0,050
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	0,076	<0,050	0,056	9,5	<0,050
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050	<0,050	<0,050	1,1	<0,050
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	0,075	<0,050	<0,050	7,4	<0,050
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	0,065	<0,050	0,14	6,3	<0,050
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	0,49 ^{xj}	0,07 ^{xj}	0,37 ^{xj}	60	n.d.
HAP (VROM) - somme	mg/kg Ms	0,72 ^{xj}	0,07 ^{xj}	0,42 ^{xj}	94 ^{xj}	0,46 ^{xj}


N° Cde 335901 Solide / Eluat

N° échant.	Prélèvement	Nom d'échantillon
898134	16.10.2012	S6 (2-3)
898136	16.10.2012	S7 (3-4)
898138	16.10.2012	S8 (3-4)
898139	16.10.2012	S8 (2-3)

Unité	898134 S6 (2-3)	898136 S7 (3-4)	898138 S8 (3-4)	898139 S8 (2-3)
-------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Prétraitement des échantillons

Broyeur à mâchoires	--	--	--	--
Matière sèche	%	77,0	72,4	72,0

Analyses Physico-chimiques

CaCO ₃	% Ms	--	--	--	28
Perte au feu	% Ms	--	--	--	5,5

Fraction (pipette)

Fraction < 2 µm	% Ms	--	--	--	28
Fraction < 16 µm	% Ms	--	--	--	35
Fraction < 50 µm	% Ms	--	--	--	44
Fraction < 63 µm	% Ms	--	--	--	45
Fraction < 90 µm	% Ms	--	--	--	46
Fraction < 125 µm	% Ms	--	--	--	47
Fraction < 180 µm	% Ms	--	--	--	50
Fraction < 250 µm	% Ms	--	--	--	54
Fraction < 355 µm	% Ms	--	--	--	58
Fraction < 500 µm	% Ms	--	--	--	61
Fraction < 1000 µm	% Ms	--	--	--	64
Fraction < 2000 µm	% Ms	--	--	--	66

HAP

Naphtalène	mg/kg Ms	--	<0,050	<0,050	--
Acénaphthylène	mg/kg Ms	--	<0,050	<0,050	--
Acénaphthène	mg/kg Ms	--	<0,050	<0,050	--
Fluorène	mg/kg Ms	--	<0,050	0,32	--
Phénanthrène	mg/kg Ms	--	<0,050	0,99	--
Anthracène	mg/kg Ms	--	<0,050	0,089	--
Fluoranthène	mg/kg Ms	--	<0,050	0,13	--
Pyrène	mg/kg Ms	--	<0,050	0,50	--
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	--	<0,050	0,078	--
Chrysène	mg/kg Ms	--	<0,050	<0,050	--
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	--	<0,050	<0,050	--
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	--	<0,050	<0,050	--
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	--	<0,050	<0,050	--
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	--	<0,050	<0,050	--
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	--	<0,050	0,13	--
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	--	<0,050	<0,050	--
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	--	n.d.	0,26 ^{xj}	--
HAP (VROM) - somme	mg/kg Ms	--	n.d.	1,4 ^{xj}	--


N° Cde 335901 Solide / Eluat

	Unité	898075 S1 (0-0.8)	898128 S2 (0-1)	898129 S3 (0-1)	898131 S5 (0-1)	898133 S6 (3-4)
HAP						
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	0,95 ^{xj}	0,07 ^{xj}	0,56 ^{xj}	120 ^{xj}	0,65 ^{xj}
Composés aromatiques						
Benzène	mg/kg Ms	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,26
Toluène	mg/kg Ms	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,22
Ethylbenzène	mg/kg Ms	0,41	<0,05	<0,05	<0,05	0,57
<i>m,p</i> -Xylène	mg/kg Ms	1,6	<0,10	<0,10	<0,10	1,9
<i>o</i> -Xylène	mg/kg Ms	0,19	<0,050	<0,050	<0,050	1,7
Naphtalène	mg/kg Ms	<0,10	<0,10	<0,10	1,2	0,49
Somme Xylènes	mg/kg Ms	1,8	n.d.	n.d.	n.d.	3,6
COHV						
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dichlorométhane	mg/kg Ms	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Trichlorométhane	mg/kg Ms	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Tétrachlorométhane	mg/kg Ms	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Trichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tétrachloroéthylène	mg/kg Ms	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg Ms	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg Ms	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,1-Dichloroéthane	mg/kg Ms	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,2-Dichloroéthane	mg/kg Ms	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
<i>cis</i> -Dichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
<i>Trans</i> -Dichloroéthylène	mg/kg Ms	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg Ms	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hydrocarbures totaux						
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	39	42	<20	298	2420
Fraction C10-C12	mg/kg Ms	<4	<4	<4	<4	25
Fraction C12-C16	mg/kg Ms	<4	<4	<4	8	8
Fraction C16-C20	mg/kg Ms	6	<2	<2	45	39
Fraction C20-C24	mg/kg Ms	8	6	3	84	180
Fraction C24-C28	mg/kg Ms	9	10	4	67	490
Fraction C28-C32	mg/kg Ms	7,9	12,6	2,4 ^{xj}	51,5	690
Fraction C32-C36	mg/kg Ms	5	7	3	27	600
Fraction C36-C40	mg/kg Ms	2	4	<2	11	390
TPH						
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aromatique >C6-C7	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aromatique >C7-C8	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aliphatique >C10-C12	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aliphatique >C12-C16	mg/kg Ms	--	--	--	--	--


N° Cde 335901 Solide / Eluat

	Unité	898134 S6 (2-3)	898136 S7 (3-4)	898138 S8 (3-4)	898139 S8 (2-3)
HAP					
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	--	n.d.	2,2 ^{xj}	--
Composés aromatiques					
Benzène	mg/kg Ms	--	<0,05	<0,05	--
Toluène	mg/kg Ms	--	<0,05	<0,05	--
Ethylbenzène	mg/kg Ms	--	<0,05	<0,05	--
<i>m,p</i> -Xylène	mg/kg Ms	--	<0,10	0,50	--
<i>o</i> -Xylène	mg/kg Ms	--	<0,050	0,33	--
Naphtalène	mg/kg Ms	--	<0,10	<0,10	--
Somme Xylènes	mg/kg Ms	--	n.d.	0,83	--
COHV					
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms	--	<0,03	<0,03	--
Dichlorométhane	mg/kg Ms	--	<0,10	<0,10	--
Trichlorométhane	mg/kg Ms	--	<0,10	<0,10	--
Tétrachlorométhane	mg/kg Ms	--	<0,05	<0,05	--
Trichloroéthylène	mg/kg Ms	--	<0,05	<0,05	--
Tétrachloroéthylène	mg/kg Ms	--	<0,05	<0,05	--
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg Ms	--	<0,05	<0,05	--
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg Ms	--	<0,05	<0,05	--
1,1-Dichloroéthane	mg/kg Ms	--	<0,10	<0,10	--
1,2-Dichloroéthane	mg/kg Ms	--	<0,10	<0,10	--
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	--	<0,10	<0,10	--
<i>cis</i> -Dichloroéthylène	mg/kg Ms	--	<0,10	<0,10	--
<i>Trans</i> -Dichloroéthylène	mg/kg Ms	--	<0,10	<0,10	--
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg Ms	--	n.d.	n.d.	--
Hydrocarbures totaux					
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	--	<20	7500	--
Fraction C10-C12	mg/kg Ms	--	<4	53	--
Fraction C12-C16	mg/kg Ms	--	<4	35	--
Fraction C16-C20	mg/kg Ms	--	<2	150	--
Fraction C20-C24	mg/kg Ms	--	<2	610	--
Fraction C24-C28	mg/kg Ms	--	<2	1540	--
Fraction C28-C32	mg/kg Ms	--	<2,0	2100	--
Fraction C32-C36	mg/kg Ms	--	<2	1820	--
Fraction C36-C40	mg/kg Ms	--	<2	1250	--
TPH					
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg Ms	<10	--	--	--
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kg Ms	<10	--	--	--
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kg Ms	<10	--	--	--
Fraction aromatique >C6-C7	mg/kg Ms	<10	--	--	--
Fraction aromatique >C7-C8	mg/kg Ms	<10	--	--	--
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kg Ms	30	--	--	--
Fraction aliphatique >C10-C12	mg/kg Ms	<10	--	--	--
Fraction aliphatique >C12-C16	mg/kg Ms	<10	--	--	--

AL-West B.V.

Handelskade 39, 7417 DE Deventer, Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB
group



N° Cde 335901 Solide / Eluat

Page 6 de 8

	Unité	898075 S1 (0-0.8)	898128 S2 (0-1)	898129 S3 (0-1)	898131 S5 (0-1)	898133 S6 (3-4)
TPH						
Fraction aliphatique >C16-C21	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aliphatique >C21-C35	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aliphatique >C35-C40	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aliphatique C5-C40	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aromatique >C10-C12	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aromatique >C12-C16	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aromatique >C16-C21	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aromatique >C21-C35	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Fraction aromatique >C35-C40	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatique)	mg/kg Ms	--	--	--	--	--
Composés volatils						
Hydrocarbures volatils C6-C10	mg/kg Ms	2,5	<1,0	<1,0	<1,0	22
Autres analyses						
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	--	--	3500	--	12000
Fraction C6-C8	mg/kg Ms	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	5,1
Fraction C8-C10	mg/kg Ms	2,5	<1,0	<1,0	<1,0	17


N° Cde 335901 Solide / Eluat

	Unité	898134 S6 (2-3)	898136 S7 (3-4)	898138 S8 (3-4)	898139 S8 (2-3)
TPH					
Fraction aliphatique >C16-C21	mg/kg Ms	120	--	--	--
Fraction aliphatique >C21-C35	mg/kg Ms	4900	--	--	--
Fraction aliphatique >C35-C40	mg/kg Ms	1400	--	--	--
Fraction aliphatique C5-C40	mg/kg Ms	6400 ^{xj}	--	--	--
Fraction aromatique >C10-C12	mg/kg Ms	27	--	--	--
Fraction aromatique >C12-C16	mg/kg Ms	16	--	--	--
Fraction aromatique >C16-C21	mg/kg Ms	100	--	--	--
Fraction aromatique >C21-C35	mg/kg Ms	970	--	--	--
Fraction aromatique >C35-C40	mg/kg Ms	570	--	--	--
Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques	mg/kg Ms	1700 ^{xj}	--	--	--
TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatique)	mg/kg Ms	8100 ^{xj}	--	--	--
Composés volatils					
Hydrocarbures volatils C6-C10	mg/kg Ms	--	<1,0	24	--
Autres analyses					
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	--	18000	--	--
Fraction C6-C8	mg/kg Ms	--	<1,0	5,4	--
Fraction C8-C10	mg/kg Ms	--	<1,0	18	--

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

hb) Les limites de détection/quantification ont été augmentées à cause de fortes teneurs en composés individuels, n'autorisant pas de mesures sans dilution.

Début des analyses: 18.10.12

Fin des analyses: 24.10.12

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon..

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143

Chargé relation clientèle

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Les rapports sont validés sans signature.

Copies

ANTEA , Mademoiselle Stéphanie MATIFAT



N° Cde 335901 Solide / Eluat

Liste des méthodes

Matière solide

conforme ISO 10694: COT Carbone Organique Total

ISO 11277: Fraction < 2 µm Fraction < 16 µm Fraction < 50 µm Fraction < 63 µm Fraction < 90 µm Fraction < 125 µm Fraction < 180 µm
Fraction < 250 µm Fraction < 355 µm Fraction < 500 µm Fraction < 1000 µm Fraction < 2000 µm

ISO 22155: Benzène Toluène Ethylbenzène Naphtalène Somme Xylènes Chlorure de Vinyle Dichlorométhane Trichlorométhane
Tétrachlorométhane Trichloroéthylène Tétrachloroéthylène 1,1,1-Trichloroéthane 1,1,2-Trichloroéthane 1,1-Dichloroéthane
1,2-Dichloroéthane 1,1-Dichloroéthylène Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes Hydrocarbures volatils C6-C10

ISO 22155: n) Fraction C6-C8 Fraction C8-C10

ISO11465; EN12880: Matière sèche

méthode interne: Hydrocarbures totaux C10-C40 HAP (6 Borneff) - somme HAP (VROM) - somme HAP (EPA) - somme

méthode interne: n) Fraction C10-C12 Fraction C12-C16 Fraction C16-C20 Fraction C20-C24 Fraction C24-C28 Fraction C28-C32
Fraction C32-C36 Fraction C36-C40

méthode interne: Broyeur à mâchoires CaCO3 Perte au feu

MADEP: n) Fraction aliphatique C5-C40 Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatique

n) Non accrédité



ANTEA
AV DES HAUTES GRIGNEUX
HORIZON 2000-MACH 5
76420 BIHOREL
FRANCE

Date 07.11.2012
N° Client 35005766
N° commande 338501
Page 1 de 3

RAPPORT D'ANALYSES

N° Cde 338501 Solide / Eluat

Client 35005766 ANTEA
Référence ROU/120210 Imputation NIEP120277 - Mme Matifat
Réception des échantillons 31.10.12
Prélèvement par: Client

Madame, Monsieur

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Sauf avis contraire, les analyses accréditées selon la norme EN ISO CEI 17025 ont été effectuées conformément aux méthodes de recherche citées dans les versions les plus actuelles de nos listes de prestations des Comités d'Accréditation Néerlandais (RVA), reconnus Cofrac, sous les numéro L005.

Si vous désirez recevoir de plus amples informations concernant le degré d'incertitudes d'une méthode de mesure déterminée, nous pouvons vous les fournir sur demande.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Respectueusement,

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143
Chargé relation clientèle

**N° Cde 338501 Solide / Eluat**

N° échant.	Prélèvement	Nom d'échantillon
14819	Inconnu	S6 (0-1) + S8 (0-1)

Unité **14819**
S6 (0-1) + S8 (0-1)

Prétraitement des échantillons

Broyeur à mâchoires	++
Préparation d'échantillons composés (2 éch.)	++
Matière sèche	% 86,7

Analyses Physico-chimiques

CaCO ₃	% Ms	12
Perte au feu	% Ms	6,4

Fraction (pipette)

Fraction < 2 µm	% Ms	7,2
Fraction < 16 µm	% Ms	15
Fraction < 50 µm	% Ms	21
Fraction < 63 µm	% Ms	23
Fraction < 90 µm	% Ms	26
Fraction < 125 µm	% Ms	31
Fraction < 180 µm	% Ms	39
Fraction < 250 µm	% Ms	49
Fraction < 355 µm	% Ms	60
Fraction < 500 µm	% Ms	68
Fraction < 1000 µm	% Ms	78
Fraction < 2000 µm	% Ms	85

Début des analyses: 31.10.12

Fin des analyses: 07.11.12

Les résultats d'analyses ne concernent que ces échantillons soumis à essai. La qualité du résultat rendu est contrôlée et validée, mais la pertinence en est difficilement vérifiable car le laboratoire n'a pas connaissance du contexte du site, de l'historique de l'échantillon..

AL-West B.V. M. Claude Gautheron, Tel. +33/380680143**Chargé relation clientèle**

Ce rapport transmis électroniquement a été vérifié et validé en accord avec les prescriptions de la NF EN ISO/IEC 17025:2005 pour les rapports simplifiés. Les rapports sont validés sans signature.

Liste des méthodes**Matière solide**

ISO 11277: Fraction < 2 µm Fraction < 16 µm Fraction < 50 µm Fraction < 63 µm Fraction < 90 µm Fraction < 125 µm Fraction < 180 µm
Fraction < 250 µm Fraction < 355 µm Fraction < 500 µm Fraction < 1000 µm Fraction < 2000 µm

ISO 11465; EN 12880: Matière sèche**méthode interne:** Broyeur à mâchoires Préparation d'échantillons composés (2 éch.) CaCO₃ Perte au feu

AL-West B.V.

Handelskade 39, 7417 DE Deventer, Netherlands
Postbus 693, 7400 AR Deventer
Tel. +31(0)570 788110, Fax +31(0)570 788108
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB
group



Annexe de N° commande 338501

Page 3 de 3

CONSERVATION, TEMPS DE CONSERVATION ET FLACONNAGE

Des écarts aux prescriptions des protocoles analytiques ont été observés. Ces différences peuvent affecter la fiabilité des résultats sur les échantillons mentionnés ci-après.

14819 La date d'échantillonnage est inconnue.

Annexe 3

Tableau de synthèse des résultats d'analyses de sols

(1 page)

			335901	335901	335901	335901	335901	335901	335901	335901
			898075	898128	898129	898131	898133	898134	898136	898138
			S1 (0-0.8)	S2 (0-1)	S3 (0-1)	S5 (0-1)	S6 (3-4)	S6 (2-3)	S7 (3-4)	S8 (3-4)
Paramètre	Unité	Limite de quantification								
Broyeur à mâchoires										
Matière sèche	%	,01	92,4	87,5	93,0	88,4	72,0	77,0	72,4	72,0
Naphtalène	mg/kg Ms	,05	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50	0,24		<0,050	<0,050
Acénaphthylène	mg/kg Ms	,05	<0,050	<0,050	<0,050	<0,50	<0,050		<0,050	<0,050
Acénaphthène	mg/kg Ms	,05	<0,050	<0,050	<0,050	1,2	<0,050		<0,050	<0,050
Fluorène	mg/kg Ms	,05	<0,050	<0,050	<0,050	1,5	0,081		<0,050	0,32
Phénanthrène	mg/kg Ms	,05	0,14	<0,050	0,056	20	0,22		<0,050	0,99
Anthracène	mg/kg Ms	,05	<0,050	<0,050	<0,050	3,8	<0,050		<0,050	0,089
Fluoranthène	mg/kg Ms	,05	0,21	0,067	0,11	25	<0,050		<0,050	0,13
Pyrène	mg/kg Ms	,05	0,16	<0,050	0,080	20	0,11		<0,050	0,50
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	,05	0,077	<0,050	<0,050	9,0	<0,050		<0,050	0,078
Chrysène	mg/kg Ms	,05	0,077	<0,050	0,056	8,5	<0,050		<0,050	<0,050
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	,05	0,068	<0,050	0,063	7,1	<0,050		<0,050	<0,050
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	,05	<0,050	<0,050	<0,050	4,2	<0,050		<0,050	<0,050
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	,05	0,076	<0,050	0,056	9,5	<0,050		<0,050	<0,050
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	,05	<0,050	<0,050	<0,050	1,1	<0,050		<0,050	<0,050
Benzo(g,h,i)pyrène	mg/kg Ms	,05	0,075	<0,050	<0,050	7,4	<0,050		<0,050	0,13
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	,05	0,065	<0,050	0,14	6,3	<0,050		<0,050	<0,050
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms		0,49	0,07	0,37	60	n.d.		n.d.	0,26
HAP (VROM) - somme	mg/kg Ms		0,72	0,07	0,42	94	0,46		n.d.	1,4
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms		0,95	0,07	0,56	120	0,65		n.d.	2,2
Benzène	mg/kg Ms	,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,26		<0,05	<0,05
Toluène	mg/kg Ms	,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,22		<0,05	<0,05
Ethylbenzène	mg/kg Ms	,05	0,41	<0,05	<0,05	<0,05	0,57		<0,05	<0,05
m,p-Xylène	mg/kg Ms	,1	1,6	<0,10	<0,10	<0,10	1,9		<0,10	0,50
o-Xylène	mg/kg Ms	,05	0,19	<0,050	<0,050	<0,050	1,7		<0,050	0,33
Naphtalène	mg/kg Ms	,1	<0,10	<0,10	<0,10	1,2	0,49		<0,10	<0,10
Somme Xylènes	mg/kg Ms		1,8	n.d.	n.d.	n.d.	3,6		n.d.	0,83
Chlorure de Vinyle	mg/kg Ms	,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03		<0,03	<0,03
Dichlorométhane	mg/kg Ms	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,10
Trichlorométhane	mg/kg Ms	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,10
Tétrachlorométhane	mg/kg Ms	,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		<0,05	<0,05
Trichloroéthylène	mg/kg Ms	,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		<0,05	<0,05
Tétrachloroéthylène	mg/kg Ms	,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		<0,05	<0,05
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg Ms	,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		<0,05	<0,05
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg Ms	,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		<0,05	<0,05
1,1-Dichloroéthane	mg/kg Ms	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,10
1,2-Dichloroéthane	mg/kg Ms	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,10
cis-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,10
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,10
Trans-Dichloroéthylène	mg/kg Ms	,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,10
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg Ms		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	20	39	42	<20	298	2420		<20	7500
Fraction C10-C12	mg/kg Ms	4	<4	<4	<4	<4	25		<4	53
Fraction C12-C16	mg/kg Ms	4	<4	<4	<4	8	8		<4	35
Fraction C16-C20	mg/kg Ms	2	6	<2	<2	45	39		<2	150
Fraction C20-C24	mg/kg Ms	2	8	6	3	84	180		<2	610
Fraction C24-C28	mg/kg Ms	2	9	10	4	67	490		<2	1540
Fraction C28-C32	mg/kg Ms	2	7,9	12,6	2,4	51,5	690		<2,0	2100
Fraction C32-C36	mg/kg Ms	2	5	7	3	27	600		<2	1820
Fraction C36-C40	mg/kg Ms	2	2	4	<2	11	390		<2	1250
Hydrocarbures volatils C6-C10	mg/kg Ms	1	2,5	<1,0	<1,0	<1,0	22		<1,0	24
Fraction C6-C8	mg/kg Ms	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	5,1		<1,0	5,4
Fraction C8-C10	mg/kg Ms	1	2,5	<1,0	<1,0	<1,0	17		<1,0	18
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	1000			3500		12000		18000	
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg Ms	10						<10		
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kg Ms	10						<10		
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kg Ms	10						<10		
Fraction aromatique >C6-C7	mg/kg Ms	10						<10		
Fraction aromatique >C7-C8	mg/kg Ms	10						<10		
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kg Ms	10						30		
Fraction aliphatique >C10-C12	mg/kg Ms	10						<10		
Fraction aliphatique >C12-C16	mg/kg Ms	10						<10		
Fraction aliphatique >C16-C21	mg/kg Ms	10						120		
Fraction aliphatique >C21-C35	mg/kg Ms	10						4900		
Fraction aliphatique >C35-C40	mg/kg Ms	10						1400		
Fraction aliphatique C5-C40	mg/kg Ms							6400		
Fraction aromatique >C10-C12	mg/kg Ms	10						27		
Fraction aromatique >C12-C16	mg/kg Ms	10						16		
Fraction aromatique >C16-C21	mg/kg Ms	10						100		
Fraction aromatique >C21-C35	mg/kg Ms	10						970		
Fraction aromatique >C35-C40	mg/kg Ms	10						570		
Somme des fractions hydrocarbonées aromatiques	mg/kg Ms							1700		
TPH (Somme hydrocarbures aliphatiques et aromatiques)	mg/kg Ms							8100		

Annexe 4

Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

(55 pages)

IMMODEL

Annexe 4 : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

AGENCE PARIS CENTRE NORMANDIE
Equipe Sites et Sols Pollués
Citis « Le Pentacle » - Avenue de Tsukuba
14209 Hérouville Saint-Clair Cedex
Tél. : 02 31 46 12 46
Fax. : 02 31 46 12 40

Sommaire

Pages

1. Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires.....	4
1.1. Préambule	4
1.2. Méthodologie	4
1.3. Identification des sources de danger, des vecteurs et des cibles.....	6
1.4. Choix des substances retenues	9
1.5. Paramètres d'exposition : schéma conceptuel d'exposition	13
1.6. Autres paramètres de calcul	14
1.7. Relations doses-réponses pour les substances retenues	16
1.8. Evaluation des expositions	17
1.9. Résultats des calculs de l'évaluation quantitative des risques sanitaires....	19
1.10. Calculs des concentrations maximales admissibles	20
2. Discussion des incertitudes de l'EQRS	22
2.1. Incertitudes portant sur les concentrations utilisées	22
2.2. Incertitudes portant sur les caractéristiques des sols.....	26
2.3. Conclusion du chapitre incertitudes	27

Liste des figures

Figure EQRS1 : Schéma d'exposition aux risques pour un usage industriel du site 8

Liste des tableaux

Tableau EQRS1 : Substances et concentrations retenues dans les calculs pour le 1 ^{er} mètre de terrain	11
Tableau EQRS2 : Substances et concentrations retenues dans les calculs pour les terrains en profondeur	12
Tableau EQRS3 : Fréquences d'exposition pour un usage résidentiel	13
Tableau EQRS4 : Paramètres liés à la nature des sols	14
Tableau EQRS5 : Paramètres liés aux aménagements	15
Tableau EQRS6 : Paramètres physiques	15
Tableau EQRS7 : Résultats des calculs de risques	19
Tableau EQRS8 : Substances portant majoritairement le risque pour les terres impactées en surface	20
Tableau EQRS9 : Concentrations maximales admissibles dans les sols en surface	20
Tableau EQRS10 : Valeurs de risques sanitaires associées aux CMA	21

Liste des annexes

Annexe EQRS1 – Procédures de choix des VTR et paramètres toxicologiques et physico-chimiques

Annexe EQRS2 – Equations des expositions aux risques

Annexe EQRS3 – Résultats des calculs des expositions aux risques

Annexe EQRS4 – Résultats des calculs des expositions aux risques associés aux CMA calculées

1. Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

1.1. Préambule

L'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) a pour objectif de vérifier, sur la base d'une occupation **résidentielle future**, si l'usage de l'ancien site AD est compatible avec les critères d'acceptabilité du risque définis au niveau national.

En cas d'incompatibilité, des mesures correctrices peuvent être proposées : mesures constructives, travaux de dépollution, servitudes et restrictions d'usage,...

Cette approche quantitative est réalisée conformément au guide méthodologique : « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » (Version 0 du 8 février 2007) et repose sur une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS).

1.2. Méthodologie

1.2.1. Les moyens

L'évaluation porte sur les risques sanitaires liés à une **exposition chronique** des usagers futurs aux substances à impact potentiel reconnues lors des analyses effectuées sur les sols.

L'EQRS est réalisée à l'aide de SANTEA, feuille de calcul mise au point par Antea Group en 2004. Cette feuille de calcul n'est pas un logiciel en soi, dans le sens où elle ne propose pas de nouvelles équations mais se base uniquement sur des équations issues d'autres modèles.

Il s'agit plus exactement d'une feuille de calcul sécurisée¹, intégrant les codes de calcul des modèles RBCA (Risk Based Corrective Action), HESP, JOHNSON ET ETTINGER (2004)².

Ces modèles, et les critères sanitaires qui les accompagnent, sont reconnus à l'échelle internationale. Ils permettent le calcul, d'une part, des concentrations aux points d'exposition et, d'autre part, des concentrations moyennes inhalées (CImoy) par les futurs usagers du site.

1.2.2. Le concept

L'évaluation des risques pour la santé humaine repose sur le concept « sources-vecteurs-cibles » :

- source de substances à impact potentiel,
- transfert des substances (par un « vecteur ») vers un point d'exposition,
- exposition à ces substances des populations (ou « cibles ») situées au point d'exposition.

Les informations relatives à la « source » sont déduites des résultats de la campagne d'investigations sur les sols menée en octobre 2012.

Pour un scénario donné, le risque par substance est obtenu en procédant au calcul du Quotient de Danger (QD pour les risques toxiques) et de l'Excès de Risque Individuel (ERI pour les risques cancérogènes) et en comparant les résultats obtenus aux critères sanitaires en vigueur. Ces derniers sont fournis par la circulaire ministérielle du 8 février 2007 :

$$\begin{aligned} \text{QD} &< 1 \\ \text{ERI} &< 1.10^{-5} \end{aligned}$$

On retiendra qu'il y a, pour chaque substance et pour chaque scénario, trois niveaux de calculs : le calcul de la concentration au point d'exposition (modèle de transfert), le calcul de concentration moyenne inhalée (modèle d'exposition) et le calcul des risques sanitaires.

Les risques pour un individu et pour un scénario donné sont obtenus en cumulant les risques calculés par substance, démarche qui conserve un caractère sécuritaire.

¹ SANTEA est sécurisée car la saisie des paramètres de calcul est étroitement cadrée et les utilisateurs habilités par Antea Group n'ont accès ni aux équations ni aux VTR, ce qui limite fortement les erreurs de calcul.

² Johnson et Ettinger, 2004, User's guide for evaluating subsurface vapour intrusion into buildings

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Les paragraphes qui suivent détaillent les 4 étapes de l'EQRS :

- identification des sources de dangers, des vecteurs et des cibles,
- relations « dose-effets » pour les substances retenues,
- évaluation des expositions,
- évaluation et caractérisation des risques.

Les incertitudes affectant cette évaluation seront discutées au chapitre 2.

1.3. Identification des sources de danger, des vecteurs et des cibles

1.3.1. Description des aménagements

Les installations actuelles comprennent en rez-de-chaussée un hall de vente de pièces de véhicules ainsi que différentes zones d'entrepôts. Dans le cadre de son usage futur, le bâtiment dans sa configuration actuelle sera transformé en logements.

1.3.2. Identification des sources de danger

Les informations relatives à la « source » sont déduites de la campagne d'analyses des sols d'octobre 2012.

Les résultats indiquent notamment la présence d'hydrocarbures, de composés aromatiques volatils (CAV) et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les échantillons de sols.

1.3.3. Voies d'exposition retenues

Sur l'emprise des installations du site AD, les sols sont actuellement recouverts par les dalles des bâtiments. La présence de ces dalles interdit le contact direct avec les sols (ingestion de sol et inhalation de poussières).

Le seul mode de transfert des substances vers les milieux d'exposition est la volatilisation de substances volatiles depuis les sols et leur dispersion atmosphérique à l'intérieur des bâtiments.

Les voies d'exposition retenues correspondent à **l'inhalation de vapeurs en intérieur (logements)**.

L'objectif étant de vérifier que l'usage de logements dans la configuration actuelle des bâtiments est compatible.

1.3.4. Voies d'exposition non retenues

La présence d'anomalies en composés organiques (hydrocarbures, composés aromatiques volatils, HAP) peut engendrer des risques sanitaires par contact direct, et notamment par ingestion et inhalation de poussières.

Dans le cadre de l'aménagement actuel, les sols sont recouverts par une dalle béton. Ce recouvrement permet de supprimer tout contact direct avec les sols de surface.

L'aménagement actuel ne laisse pas de terres affleurantes susceptibles d'être ingérées ou inhalées sous forme de poussières par les usagers du site. Le contact direct et régulier des personnes avec les sols contenant d'éventuelles contaminations résiduelles n'a pas été pris en compte.

1.3.5. Identification des cibles

La population « cible » concernée correspond à des adultes et des enfants résidants dans les logements.

1.3.6. Description des scénarios retenus et voies d'exposition

Le scénario étudié correspond à l'exposition des résidants dans le cadre de l'usage de logements à l'intérieur des bâtiments actuels.

Le schéma conceptuel d'exposition présenté en figure EQRS1 a pour objectif de schématiser les pollutions identifiées dans le sous-sol (source), leurs voies de transfert éventuelles (vecteur) et les usagers du site (cible).

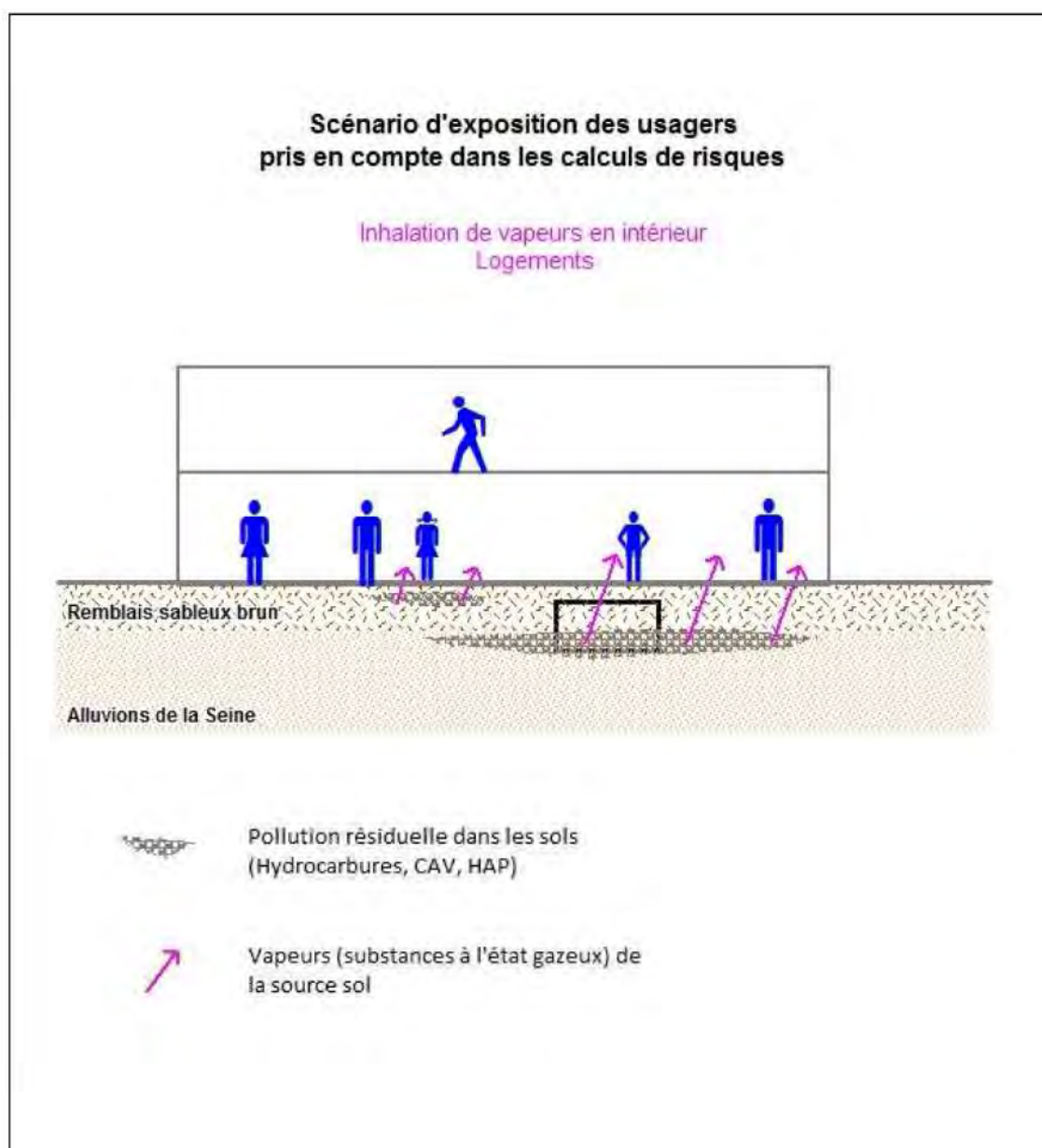


Figure EQR51 : Schéma d'exposition aux risques pour un usage résidentiel du site

1.4. Choix des substances retenues

1.4.1. Méthodologie de sélection des substances

Deux cas de figures se présentent pour chaque substance considérée :

- soit il existe, dans une famille de composés recherchés, au moins une mesure supérieure à la limite de quantification, auquel cas la substance est retenue pour les calculs de risques (dans la mesure où il existe des données toxicologiques de référence) ; dans ce cas, nous avons systématiquement retenu, les valeurs maximales mesurées, ce qui est sécuritaire,
- soit aucune mesure ne dépasse la limite de quantification, auquel cas la substance est considérée comme non présente dans le sous-sol du site.

1.4.2. Choix des substances

Le choix des substances repose sur les résultats des analyses de la campagne d'investigation des sols.

Cas particulier des hydrocarbures :

Concernant les **hydrocarbures aliphatiques et aromatiques**, il apparaît que ce sont les hydrocarbures légers qui présentent potentiellement le plus de risques. Les fractions les plus significatives en termes de toxicité sont celles comprenant entre 5 et 16 atomes de carbone. Les hydrocarbures dont le nombre d'atomes de carbone est supérieur à 16 ne sont pas pris en compte dans l'évaluation du risque pour la voie d'exposition par inhalation. En effet, selon le volume 4 du document Total Petroleum Hydrocarbons Working Group (1997), les composés en C₁₆-C₃₅ ne sont pas volatils et l'inhalation n'est pas la voie prépondérante d'exposition.

Les plus fortes concentrations en hydrocarbures totaux ont été mesurées au sondage S8 de 3 à 4 m de profondeur (7500 mg/kg-MS). La répartition des hydrocarbures entre les formes aliphatiques et aromatiques a été appliquée sur la base du résultat de l'analyse de TPH réalisée sur l'échantillon analysé de 2 à 3 m de profondeur au sondage S6.

La répartition a été définie en considérant les limites de quantification (cf. tableau de la page suivante).

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Fraction	Résultat de l'analyse TPH au sondage S6 (2-3m) en mg/kg-MS	Répartition des fractions au sondage S6	Répartition des fractions appliquées aux concentrations du sondage S8 (3-4m) en mg/kg-MS
Fraction aromatique C>8-C10	30	75 %	13,5
Fraction aliphatique C>8-C10	<10	25 %	4,5
Fraction aromatique C>10-C12	27	73 %	39
Fraction aliphatique C>10-C12	<10	27 %	14
Fraction aromatique C>12-C16	16	62 %	22
Fraction aliphatique C>12-C16	<10	38 %	13

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

1.4.3. Substances et concentrations retenues

La campagne de reconnaissance a mis en évidence 2 niveaux impactés distincts :

- des impacts diffus dans le 1^{er} mètre de terrain sableux,
- un impact en hydrocarbures en profondeur dans des terrains argileux au droit des sondages S6 et S8.

Afin de tenir compte de cette différence de lithologie, les substances et concentrations ont été considérées pour chaque niveau.

Le tableau ci-dessous présente les concentrations retenues pour le 1^{er} mètre de terrain (sondages S1 et S5).

Substances	Concentration maximale mesurée dans les sols en mg/kg-MS de 0 à 1 m de profondeur	Sondage
Hydrocarbures totaux		
Fraction aliphatique C>8-C10	2,5	S1 (0-0,8m)
Fraction aliphatique C>10-C12	4	LQ
Fraction aliphatique C>12-C16	8	S5 (0-1m)
Composés aromatiques volatils		
Ethylbenzène	0,41	S1 (0-0,8m)
Xylènes	1,8	S1 (0-0,8m)
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		
Naphtalène	1,2	S5 (0-1m)
Acénaphène	1,2	S5 (0-1m)
Fluorène	1,5	S5 (0-1m)
Phénanthrène	20	S5 (0-1m)
Anthracène	3,8	S5 (0-1m)
Fluoranthène	25	S5 (0-1m)
Pyrène	20	S5 (0-1m)
Benzo(a)anthracène	9	S5 (0-1m)
Chrysène	8,5	S5 (0-1m)
Benzo(b)fluoranthène	7,1	S5 (0-1m)
Benzo(k)fluoranthène	4,2	S5 (0-1m)
Benzo(a)pyrène	9,5	S5 (0-1m)
DiBenzo(a,h)anthracène	1,1	S5 (0-1m)
Benzo(ghi)pérylène	7,4	S5 (0-1m)
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,3	S5 (0-1m)

Tableau EQRS1 : Substances et concentrations retenues dans les calculs pour le 1^{er} mètre de terrain

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Les concentrations retenues pour les terres impactées en profondeur à partir de 2 m (sondages S6 et S8) sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Substances	Concentration maximale mesurée dans les sols en mg/kg-MS	Sondage
Hydrocarbures totaux		
Fraction C6-C8 (aliphatique)	5,4	S8 (3-4m)
Fraction aromatique C>8-C10	13,5	S8 (3-4m)
Fraction aliphatique C>8-C10	4,5	S8 (3-4m)
Fraction aromatique C>10-C12	39	S8 (3-4m)
Fraction aliphatique C>10-C12	14	S8 (3-4m)
Fraction aromatique C>12-C16	22	S8 (3-4m)
Fraction aliphatique C>12-C16	13	S8 (3-4m)
Composés aromatiques volatils		
Benzène	0,26	S6 (3-4m)
Toluène	0,22	S6 (3-4m)
Ethylbenzène	0,57	S6 (3-4m)
Xylènes	3,6	S6 (3-4m)
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		
Naphtalène	0,49	S6 (3-4m)
Fluorène	0,32	S8 (3-4m)
Phénanthrène	0,99	S8 (3-4m)
Anthracène	0,089	S8 (3-4m)
Fluoranthène	0,13	S8 (3-4m)
Pyrène	0,5	S8 (3-4m)
Benzo(a)anthracène	0,078	S8 (3-4m)
Benzo(ghi)pérylène	0,13	S8 (3-4m)

Tableau EQRS2 : Substances et concentrations retenues dans les calculs pour les terrains
en profondeur

1.5. Paramètres d'exposition : schéma conceptuel d'exposition

La population concernée correspond à des adultes et des enfants résidants dans les logements.

Conformément aux données de l'INERIS³ :

- la population adulte est assimilée à des individus de poids corporel de 70 kg d'une durée de vie de 70 ans,
- la population juvénile est assimilée à des individus de poids corporel de 15 kg durant les 6 années de l'enfance,
- la durée d'exposition pour un usage résidentiel est de 30 ans.

Les fréquences d'exposition sont celles utilisées par l'INERIS dans la méthode de calcul des VCI (cf. tableau ci-dessous).

Scénario	Type d'exposition	Paramètre	Valeur	Justification
Logements sans sous-sol	Inhalation de vapeurs à l'intérieur d'un logement au RdC	Fréquence d'exposition adultes	217 j/an	INERIS
		Fréquence d'exposition enfants	296 j/an	INERIS

Tableau EQRS3 : Fréquences d'exposition pour un usage résidentiel

Les temps d'exposition à l'intérieur des habitations sont basés sur les fréquences d'exposition recommandées par l'INERIS établies de la façon suivante :

Exposition	Hiver	Eté	Temps rapporté en jours par an
Adultes – Intérieur de l'habitation	14 h – 5 jours sur 7 23 h – 2 jours sur 7	12 h – 7 jours sur 7	217 j/an
Enfants – Intérieur de l'habitation	23 h – 7 jours sur 7	16 h – 7 jours sur 7	296 j/an

³ Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols. INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques). Novembre 2001

1.6. Autres paramètres de calcul

1.6.1. Paramètres liés à la nature des sols

Les terrains sont représentés par un remblai sableux brun, parfois graveleux qui repose sur une argile grise présente à partir de 2 m de profondeur.

Deux essais granulométriques ont été effectués :

- l'un sur un échantillon moyen constitué de 2 échantillons prélevés de 0 à 1 m de profondeur au droit des sondages S6 et S8 qui conduit à une classification granulométrique de type limon sableux,
- l'un sur l'échantillon prélevé entre 2 et 3 m de profondeur au droit du sondage S8 qui conduit à une classification granulométrique de type limon argilo sableux.

Compte tenu que les investigations ont mis en évidence 2 niveaux impactés, l'un dans le 1^{er} mètre de remblais, l'autre à partir de 2 mètres de profondeur au droit des sondages S6 et S8, les calculs de risques ont été réalisés pour ces deux niveaux à partir des caractéristiques d'un sol de type limon sableux (ou sandy loam) pour le niveau superficiel et des caractéristiques d'un sol de type limon argilo sableux (ou sandy clay loam) pour le niveau plus profond.

Les valeurs bibliographiques proposées par le modèle P. Johnson et R. Ettinger de 1991, pour ces types de sol sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Valeurs retenues pour les calculs de risque pour le niveau superficiel impacté	Valeurs retenues pour les calculs de risque pour le niveau profond impacté	Justification
Type de sol	Limon sableux (sandy loam)	Limon argilo sableux (sandy clay loam)	Résultat de l'essai granulométrique
Masse volumique du sol	1,62 g/cm ³	1,63 g/cm ³	Valeur bibliographique
Fraction de carbone organique	0,0035	0,015	Valeur mesurée au sondage S3 (0-1m) et moyenne des valeurs mesurées aux sondages S6 et S7 de 3 à 4 m
Porosité	0,387 cm ³ /cm ³	0,384 cm ³ /cm ³	Valeur bibliographique
Teneur en eau du sol	0,17	0,23	Valeur maximale bibliographique car la valeur calculée à partir de la valeur de matières sèches est supérieure à la plage de valeurs utilisée par le modèle pour ce type de sol
Teneur en air du sol	0,217	0,154	Valeur obtenue par la différence entre la porosité et la teneur en eau retenue
Perméabilité à l'air	4,56.10 ⁻¹³ m ²	1,36.10 ⁻¹³ m ²	Valeur calculée

Tableau EQRS4 : Paramètres liés à la nature des sols

1.6.2. Paramètres liés aux caractéristiques des aménagements

Les paramètres présentés ci-après sont ceux couramment utilisés par Antea Group sur la base de données bibliographiques.

Aménagement	Paramètre	Valeur	Justificatif
Logements sans sous-sol	Epaisseur des fissures de la dalle (épaisseur de la dalle)	0,2 m	Valeur standard
	Largeur et longueur des pièces du bâtiment	8 m	Distance minimale entre deux joints de dilatation de la dalle béton
	Profondeur des fissures	0,2 m	Egale à l'épaisseur de la dalle
	Hauteur des logements	2,5 m	Valeur standard
	Taux de renouvellement d'air des logements	0,5 vol/h 0,000139 vol/s	Valeur standard

Tableau EQR55 : Paramètres liés aux aménagements

Pour la **longueur et la largeur des pièces de bâtiment**, conformément à une remarque de l'INERIS formulée lors d'une tierce-expertise⁴, nous utilisons la distance entre deux joints de dilatation. Pour rester dans les plages de valeurs préconisées par JOHNSON ET ETTINGER⁵, nous proposons de choisir une valeur de 8 m.

1.6.3. Paramètres physiques

Les paramètres physiques présentés ci-après sont ceux couramment utilisés par Antea Group sur la base des données bibliographiques.

Scénario	Paramètre	Valeur	Justification
Logements sans sous-sol	Différentiel de pression	40 g/cm.s ²	Modèle Johnson-Ettinger
	Rayon équivalent des fissures	0,001 m	

Tableau EQRS6 : Paramètres physiques

⁴ B. Hazebrouck, 4 août 2004 : « En présence de dallages de grande dimension, la surface à prendre en compte devrait logiquement être celle des dalles d'un seul tenant plutôt que de l'ensemble du dallage ».

⁵ Plage de valeurs : 147 à 672 m³

1.6.4. Profondeur de la source de pollution

La profondeur de la source de pollution pour les sols, a été considérée comme égale à 0,1 m (source sub-affleurante) pour les niveaux superficiels impactés et à 2 m pour les niveaux impactés en profondeur aux sondages S6 et S8 (les résultats des analyses correspondent à la tranche 3-4m mais des niveaux impactés existent à partir de 2 m de profondeur).

1.7. Relations doses-réponses pour les substances retenues

Les calculs de risque font intervenir un nombre important de paramètres, et notamment des paramètres relatifs aux caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des substances.

Comme le prévoit le guide méthodologique du Ministère de l'Environnement, avant chaque évaluation quantitative des risques, les valeurs des paramètres (en particulier les paramètres toxicologiques) sont systématiquement recherchées, sur les bases de données reconnues, pour, le cas échéant, être mises à jour par des données plus récentes selon la méthodologie présentée en annexe EQRS1.

L'EQRS est réalisée sur la base de la connaissance actuelle (mise à jour du 22/02/2012) relative aux substances dont les valeurs toxicologiques de références retenues sont données en annexe EQRS1.

Deux types d'effets peuvent être distingués : les effets à seuil ou systémiques et les effets sans seuil ou cancérigènes, pour lesquels des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) différentes sont disponibles.

1.8. Evaluation des expositions

1.8.1. Préambule

Pour le scénario d'inhalation de vapeurs, 3 étapes sont nécessaires :

- Transfert des polluants de la source vers le point d'exposition ; cette première étape permet de calculer la concentration du polluant au point d'exposition ;
- Evaluation de la concentration moyenne inhalée (CI) : celle-ci dépend d'une part de la concentration au point d'exposition et d'autre part du régime d'exposition des individus (taux d'inhalation, durée d'exposition, ...) ;
- Calcul des risques (distinction entre les substances cancérigènes et non cancérigènes) : cette évaluation permet alors de comparer les risques calculés aux seuils définis par la Circulaire Ministérielle du 8 février 2007.

Pour chacun des scénarios, les risques calculés pour chaque substance sont additionnés pour évaluer le risque global lié au scénario considéré (prise en compte de l'additivité d'action des substances).

1.8.2. Transfert de pollution

Le modèle utilisé pour les différents scénarios est indiqué ci-dessous.

Scénario	Modèle de calcul
Inhalation de vapeurs en intérieur	Modèle Johnson et Ettinger

Pour modéliser le transfert de polluants du sol vers l'air confiné des bâtiments sans sous-sol, le modèle utilisé est celui de JOHNSON ET ETTINGER (2004)⁶ mis à jour en 2004, qui permet de prendre en compte les phénomènes de diffusion et de convection.

Les équations nécessaires à la mise en œuvre de ce modèle sont présentées en Annexe EQR52.

⁶ Johnson et Ettinger, 2004, User's guide for evaluating subsurface vapour intrusion into buildings

1.8.3. Calcul de l'exposition et des risques

Calcul de la concentration moyenne inhalée :

Le calcul des concentrations inhalées (CI) distingue les substances cancérigènes des substances non cancérigènes.

La formule permettant de calculer la concentration inhalée ou CI (exprimée en mg/m^3) est la suivante :

$$CI = \frac{C \cdot D \cdot F}{T_m \cdot 365}$$

où : C est la concentration au point d'exposition (en mg/m^3),
 D est la durée d'exposition (en années),
 F est la fréquence d'exposition (en j/an),
 T_m est le temps moyen de prise en compte de l'apparition possible d'un effet néfaste sur la santé (toute la durée d'exposition D pour les substances à effets non cancérigènes et 70 ans pour les effets cancérigènes) (en an),
 CI est la concentration inhalée (en mg/m^3).

Mode de calcul des risques :

➤ Pour les substances à seuil (ou substances toxiques) :

$$\text{QD} = \text{CI} / \text{VTR inhalation}$$

où : QD est le quotient de danger (-) ;
CI est la concentration inhalée (mg/m^3) ;
VTR sont les valeurs toxicologiques de référence pour la voie d'exposition considérée

Le quotient de danger tolérable théorique par individu défini dans la Circulaire Ministérielle du 8/02/2007 doit être inférieur à 1.

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

➤ Pour les substances sans seuil :

$$ERI = ERU_i \times CI$$

où : ERI est l'excès de risque individuel (-)

CI est la concentration inhalée (mg/m^3) ;

ERU sont les excès de risque unitaire pour les voies d'exposition considérées

L'excès de risque individuel théorique tolérable par personne de 10^{-5} , cité par la Circulaire Ministérielle du 8/02/2007, a été retenu ici.

1.9. Résultats des calculs de l'évaluation quantitative des risques sanitaires

Les tableaux rassemblant les Quotients de Danger (QD) et les Excès de Risque Individuel (ERI) voie par voie et substance par substance sont présentés en annexe EQRS3. Le tableau de synthèse des résultats des calculs de risques est présenté ci-dessous.

Scénarios	Somme des Quotient de Danger (QD) Adultes	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Adultes	Somme des Quotient de Danger (QD) Enfants	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Enfants
Inhalation de vapeurs à l'intérieur des logements				
Inhalation de vapeurs à l'intérieur (terres impactées en surface) :	0,885	$6,5 \cdot 10^{-6}$	1,21	$1,8 \cdot 10^{-6}$
Inhalation de vapeurs à l'intérieur (terres impactées en profondeur) :	0,17	$3,0 \cdot 10^{-6}$	0,23	$8,3 \cdot 10^{-7}$
Risque total pour un usage résidentiel	1,05	$9,6 \cdot 10^{-6}$	1,44	$2,6 \cdot 10^{-6}$
Critères recommandés par la circulaire du 08/02/07	1	$1 \cdot 10^{-5}$	1	$1 \cdot 10^{-5}$

Tableau EQRS7 : Résultats des calculs de risques

Les risques toxiques (Quotients de Danger) et l'addition des risques cancérogènes (Excès de Risques Individuels) pour les adultes et les enfants dépassent les critères recommandés par la circulaire du 8 février 2007.

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Les risques proviennent majoritairement des terres impactées en surface. Les substances portant le risque sont listées dans le tableau ci-dessous pour les quotients de dangers et les excès de risques individuels supérieurs aux valeurs guides.

Scénario	Substances apportant le risque pour le QD	% du risque	Substances apportant le risque pour l'ERI	% du risque
Logements	Xylènes	55 %	Ethylbenzène	89 %
	Naphtalène	19 %		
	Hydrocarbures aliphatiques C>8-10	11 %		

Tableau EQRS8 : Substances portant majoritairement le risque pour les terres impactées en surface

Les dépassements ont principalement comme origine la concentration maximale en xylènes (1,8 mg/kg-MS) pour ce qui concerne les risques toxiques et la concentration en éthylbenzène (0,41 mg/kg-MS) pour ce qui concerne les risques cancérogènes.

1.10.Calculs des concentrations maximales admissibles

Afin d'obtenir des risques admissibles, il est nécessaire de fixer des objectifs de remise en état sur les substances entraînant la majorité du risque. Les concentrations maximales admissibles (CMA) calculées pour les sols sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Scénario	Substance	Concentration maximale mesurée en mg/kg-MS	Sondage	Objectif de concentration dans les sols en mg/kg-MS
Logements	Ethylbenzène	0,41	S1 (0-0,8m)	0,15
	Xylènes	1,8	S1 (0-0,8m)	0,5
	Naphtalène	1,2	S5 (0-1m)	0,5
	Hydrocarbures aliphatiques C>8-10	2,5	S1 (0-0,8m)	1,5

Tableau EQRS9 : Concentrations maximales admissibles dans les sols en surface

Les CMA conduisent aux valeurs de risques présentées dans le tableau de la page suivante.

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Les Quotients de Danger (QD) et Excès de Risque Individuel (ERI) correspondants sont détaillés dans les tableaux de l'annexe EQRS4.

Scénarios	Somme des Quotient de Danger (QD) Adultes	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Adultes	Somme des Quotient de Danger (QD) Enfants	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Enfants
Inhalation de vapeurs à l'intérieur des logements				
Inhalation de vapeurs à l'intérieur (terres impactées en surface) :	0,37	$2,7.10^{-6}$	0,51	$7,4.10^{-7}$
Inhalation de vapeurs à l'intérieur (terres impactées en profondeur) :	0,17	$3,0.10^{-6}$	0,23	$8,3.10^{-7}$
Risque total pour un usage résidentiel	0,54	$5,7.10^{-6}$	0,74	$1,6.10^{-6}$
Critères recommandés par la circulaire du 08/02/07	1	1.10^{-5}	1	1.10^{-5}

Tableau EQRS10 : Valeurs de risques sanitaires associées aux CMA

Les calculs de risques présentés ci-avant ne sont valables que pour les seules hypothèses admises. Toute modification de l'usage du site, du projet de réaménagement et des hypothèses constructives entraînera nécessairement une mise à jour des calculs de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires.

Les calculs de risques réalisés dans le cadre de cette étude sont à caractère sanitaire pour les seules substances recherchées. Les éventuels autres risques liés au projet, notamment géotechnique, ne sont pas étudiés.

2. Discussion des incertitudes de l'EQRS

L'approche de l'incertitude sert à vérifier l'éventualité de **la sur- ou sous-estimation** du risque. Effectivement, il est recommandé par le guide méthodologique de se placer plutôt dans une approche sécuritaire des calculs, sans toutefois être systématiquement pénalisant.

2.1. Incertitudes portant sur les concentrations utilisées

2.1.1. Choix des substances

Les substances retenues sont les substances volatiles mesurées qui disposent d'une Valeur Toxicologique de Référence (VTR) pour la voie d'exposition retenue (inhalation de vapeurs).

2.1.2. Incertitudes sur les concentrations prises en compte

Compte tenu que les investigations ont mis en évidence 2 niveaux impactés, l'un dans le 1^{er} mètre de remblais, l'autre à partir de 2 mètres de profondeur, les calculs de risques ont été réalisés pour ces deux niveaux à partir des caractéristiques d'un sol de type limon sableux (ou sandy loam) pour le niveau superficiel et des caractéristiques d'un sol de type limon argilo sableux (ou sandy clay loam) pour le niveau plus profond.

Les calculs ont été repris sans distinguer le type de sols en prenant en compte un sol de type limon sableux (hypothèse sécuritaire).

Les concentrations prises en compte sont notées en gras dans le tableau de la page suivante.

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Substances	Concentration maximale mesurée dans les sols en mg/kg-MS	Sondage
Hydrocarbures totaux		
Fraction C6-C8 (aliphatique)	5,4	S8 (3-4m)
Fraction aromatique C>8-C10	13,5 2,5	S8 (3-4m) S1 (0-0,8m)
Fraction aliphatique C>8-C10	4,5	S8 (3-4m)
Fraction aromatique C>10-C12	39	S8 (3-4m)
Fraction aliphatique C>10-C12	14	S8 (3-4m)
Fraction aromatique C>12-C16	22	S8 (3-4m)
Fraction aliphatique C>12-C16	13	S8 (3-4m)
Composés aromatiques volatils		
Benzène	0,26	S6 (3-4m)
Toluène	0,22	S6 (3-4m)
Ethylbenzène	0,57 0,41	S6 (3-4m) S1 (0-0,8m)
Xylènes	3,6 1,8	S6 (3-4m) S1 (0-0,8m)
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		
Naphtalène	1,2	S5 (0-1m)
Acénaphène	1,2	S5 (0-1m)
Fluorène	1,5	S5 (0-1m)
Phénanthrène	20	S5 (0-1m)
Anthracène	3,8	S5 (0-1m)
Fluoranthène	25	S5 (0-1m)
Pyrène	20	S5 (0-1m)
Benzo(a)anthracène	9	S5 (0-1m)
Chrysène	8,5	S5 (0-1m)
Benzo(b)fluoranthène	7,1	S5 (0-1m)
Benzo(k)fluoranthène	4,2	S5 (0-1m)
Benzo(a)pyrène	9,5	S5 (0-1m)
DiBenzo(a,h)anthracène	1,1	S5 (0-1m)
Benzo(ghi)pérylène	7,4	S5 (0-1m)
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,3	S5 (0-1m)

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Les résultats des calculs de risques sont repris dans le tableau ci-dessous.

Scénarios	Somme des Quotient de Danger (QD) Adultes	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Adultes	Somme des Quotient de Danger (QD) Enfants	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Enfants
Résultats des calculs de risques	1,05	$9,6.10^{-6}$	1,44	$2,6.10^{-6}$
Résultats des calculs de risques en considérant un seul type de sol (limon sableux)	2,27	$3,3.10^{-5}$	3,1	$9,1.10^{-6}$
Critères recommandés par la circulaire du 08/02/07	1	1.10^{-5}	1	1.10^{-5}

La prise en compte d'un seul type de sol (limon sableux) conduit à des valeurs de risques sanitaires 2 à 3,5 fois plus élevées.

Les CMA correspondantes sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Substance	Concentration maximale mesurée en mg/kg-MS	Sondage	CMA fixées - Objectif de concentration dans les sols en mg/kg-MS pour le niveau superficiel	Incertitudes – CMA pour un seul type de sol - Objectif global de concentration dans les sols en mg/kg-MS
Ethylbenzène	0,41	S1 (0-0,8m)	0,15	0,15
Xylènes	1,8	S1 (0-0,8m)	0,5	0,3
Naphtalène	1,2	S5 (0-1m)	0,5	0,5
Hydrocarbures aliphatiques C>8-10	2,5 4,5	S1 (0-0,8m) S8 (3-4m)	1,5	1
Hydrocarbures aromatiques C>8-10	13,5	S8 (3-4m)		4
Hydrocarbures aliphatiques C>10-12	14	S8 (3-4m)		5
Hydrocarbures aromatiques C>10-12	39	S8 (3-4m)		15
Benzène	0,26	S6 (3-4m)		0,03

La prise en compte d'un seul type de sol dans les calculs conduit à des valeurs de risques plus élevées et à des CMA plus contraignantes (concentrations plus faibles et nombre de composés plus élevé).

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

2.1.3. Incertitudes sur l'échantillonnage et le prélèvement

Le plan d'échantillonnage ne garantit pas l'absence de substances potentiellement dangereuses pour la santé humaine qui n'auraient pas été analysées ou l'existence de concentrations plus élevées que celles quantifiées dans les échantillons de sols. Le plan de reconnaissance permet cependant de disposer d'une bonne représentativité de la qualité du milieu souterrain au droit des zones investiguées.

Toutefois, la qualité des sols au plus près de l'ancienne cuve de stockage enterrée n'a pu être reconnue faute d'accessibilité des machines de foration.

2.1.4. Incertitudes sur l'analyse

Les incertitudes relatives à l'analyse des composés organiques peuvent atteindre quelques dizaines de %.

Les calculs ont été repris pour le scénario logements avec les CMA calculées en majorant de 20 % les CMA calculées pour l'éthylbenzène, les xylènes, le naphthalène et les hydrocarbures aliphatiques C>8-C10 et en majorant de 20 % les concentrations en benzène et xylènes mesurées dans les sols en profondeur.

Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Scénarios	Somme des Quotient de Danger (QD) Adultes	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Adultes	Somme des Quotient de Danger (QD) Enfants	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Enfants
Résultats totaux des calculs de risques pour les CMA calculées	0,54	$5,7 \cdot 10^{-6}$	0,74	$1,6 \cdot 10^{-6}$
Résultats des calculs de risques pour les CMA et les concentrations en benzène et xylènes en profondeur majorées de 20 %	0,62	$6,7 \cdot 10^{-6}$	0,84	$1,8 \cdot 10^{-6}$
Critères recommandés par la circulaire du 08/02/07	1	$1 \cdot 10^{-5}$	1	$1 \cdot 10^{-5}$

Pour une majoration de 20 % des concentrations, les risques toxiques et les risques cancérogènes augmentent de 15 % en moyenne. Les risques sanitaires restent inférieurs aux critères recommandés.

2.2. Incertitudes portant sur les caractéristiques des sols

2.2.1. Caractéristiques des terrains au droit du site

Les calculs de risques ont été repris pour un sol de type sable limoneux, plus favorable au transfert de vapeurs qu'un sol de type limon sableux pour la tranche superficielle.

Les paramètres correspondant sont listés dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Valeurs retenues pour les calculs de risque pour le niveau superficiel impacté	Incertitudes – Sable limoneux
Type de sol	Limon sableux (sandy loam)	Sable limoneux (loamy sand)
Masse volumique du sol	1,62 g/cm ³	1,62 g/cm ³
Fraction de carbone organique	0,0035	0,0035
Porosité	0,387 cm ³ /cm ³	0,39 cm ³ /cm ³
Teneur en eau du sol	0,17	0,1
Teneur en air du sol	0,217	0,29
Perméabilité à l'air	4,56.10 ⁻¹³ m ²	1,48.10 ⁻¹² m ²

Les résultats obtenus pour le scénario logements avec les CMA calculées sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Scénarios	Somme des Quotient de Danger (QD) Adultes	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Adultes	Somme des Quotient de Danger (QD) Enfants	Somme des Excès de risques individuel (ERI) Enfants
Résultats totaux des calculs de risques pour les CMA calculées	0,54	5,7.10 ⁻⁶	0,74	1,6.10 ⁻⁶
Résultats des calculs de risques pour un sol de type sable limoneux pour le niveau superficiel	1,4	1,2.10 ⁻⁵	1,9	3,3.10 ⁻⁶
Critères recommandés par la circulaire du 08/02/07	1	1.10 ⁻⁵	1	1.10 ⁻⁵

La prise en compte d'un sol de type sable limoneux dans les calculs conduit à des risques toxiques 2,6 fois plus élevés et à des risques cancérigènes 2 fois plus élevés. Les risques sanitaires dépassent les critères recommandés.

2.3. Conclusion du chapitre incertitudes

Les résultats présentés dans l'analyse des incertitudes montrent que les calculs de risques ont été effectués selon une démarche plutôt sécuritaire pour ce qui concerne les concentrations et plutôt réaliste pour ce qui concerne les paramètres liés aux caractéristiques des sols.

Ces calculs d'incertitude confirment le dépassement des critères recommandés par la circulaire du 8 février 2007 pour un usage résidentiel (logements) du bâtiment dans sa configuration actuelle.

Annexe EQRS1

Procédures de choix des VTR et paramètres toxicologiques et
physico-chimiques

(10 pages)

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) est effectuée conformément aux prescriptions établies par la circulaire n° DGS/SD7B/2006/234 du 30 mai 2006 relative « *aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact* ».

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont recherchées parmi les 6 bases de données nationales et internationales suivantes : USEPA^[1], ATSDR^[2], OMS^[3], Health Canada, RIVM^[4] et de l'OEHHA^[5].

La méthodologie proposée par la circulaire DGS du 30 mai 2006 et utilisée dans la présente étude pour la sélection des VTR est décrite ci après.

Trois cas de figure sont présentés :

- ✓ Aucune valeur toxicologique de référence n'est recensée pour une substance chimique parmi les 6 bases de données recensées ci-dessus. En l'absence de VTR pour cette substance, une quantification des risques n'est pas envisageable même si les données d'exposition sont exploitables. Aucune valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) ni aucune valeur guide de qualité des milieux ne peut être prise en compte ;
- ✓ Une seule valeur toxicologique de référence existe dans l'une des 6 bases de données. Cette valeur sera retenue sauf si cette valeur est provisoire ou qu'il s'agit d'une transposition (exposition aiguë / exposition chronique, ou voie orale / voie respiratoire) ;
- ✓ Plusieurs valeurs toxicologiques de référence existent dans les 6 bases de données pour un même effet critique, une même voie et une même durée d'exposition. Par mesure de simplification, la VTR sélectionnée est celle retrouvée dans l'une des six bases en respectant la hiérarchisation suivante :
 - pour les substances à effets à seuil successivement US EPA puis ATSDR puis OMS/IPCS puis Health Canada puis RIVM et en dernier lieu OEHHA,
 - pour les substances à effets sans seuil successivement US EPA puis OMS/IPCS puis RIVM puis OEHHA.

^[1] USEPA : United-States Environmental Protection Agency, base de données de Etats-Unis

^[2] ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry, base de données de Etats-Unis

^[3] OMS : Organisation Mondiale de la Santé

^[4] RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, base de données des Pays-Bas

^[5] OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment, base de données de l'état de californie

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Concernant les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), la méthodologie retenue de choix des VTR est présentée dans le rapport final INERIS de novembre 2003 « *Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs). Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique - FET) et approche par mélanges. Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets non cancérigènes : valeurs toxicologiques de référence (VTR)* ».

Les Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour l'inhalation, sélectionnées selon la méthodologie décrite précédemment sont présentées dans les tableaux suivants.

Les paramètres physico-chimiques des substances retenues sont également présentés ci-après.

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Numéro CAS	Dénomination	Paramètre	Valeur adultes	Valeur Enfants	Facteur d'incertitude	Organe cible	Année	Commentaire	Transposition	Nom source d'info	Valeur retenue
Aliph-11-12	Aliphatique C>10-C12	DJT Inhalation (mg/m3)	1	1		Modifications hépatiques et hématologiques	1999		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	oui
Aliph-11-12	Aliphatique C>10-C12	DJT Inhalation (mg/m3)	1	1		Modifications hépatiques et hématologiques	1997		non	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	
Aliph-13-16	Aliphatique C>12-C16	DJT Inhalation (mg/m3)	1	1		Modifications hépatiques et hématologiques	1999		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	oui
Aliph-13-16	Aliphatique C>12-C16	DJT Inhalation (mg/m3)	1	1		Modifications hépatiques et hématologiques	1997		non	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	
Aliph-7-8	Aliphatique C>6-C8	DJT Inhalation (mg/m3)	18.4	18.4		Neurotoxicité	1999		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	oui
Aliph-7-8	Aliphatique C>6-C8	DJT Inhalation (mg/m3)	18.4	18.4		Neurotoxicité	1997		non	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	
Aliph-9-10	Aliphatique C>8-C10	DJT Inhalation (mg/m3)	1	1		Modifications hépatiques et hématologiques	1999		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	oui
Aliph-9-10	Aliphatique C>8-C10	DJT Inhalation (mg/m3)	1	1		Modifications hépatiques et hématologiques	1997		non	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	
120-12-7	Anthracène	DJT Inhalation (mg/m3)							non	Valeur définie par l'utilisateur	oui
Aroma>10-12	Aromatiques>10-12	DJT Inhalation (mg/m3)	0.2	0.2		Diminution pondérale	1999		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	oui
Aroma>10-12	Aromatiques>10-12	DJT Inhalation (mg/m3)	0.2	0.2		Diminution pondérale	1997		non	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	
Aroma>12-16	Aromatiques>12-16	DJT Inhalation (mg/m3)	0.2	0.2		Diminution pondérale	1999		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	oui
Aroma>12-16	Aromatiques>12-16	DJT Inhalation (mg/m3)	0.2	0.2		Diminution pondérale	1997		non	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	

VTR pour les effets toxiques – Tableau 1/3

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Numéro CAS	Dénomination	Paramètre	Valeur adultes	Valeur Enfants	Facteur d'incertitude	Organe cible	Année	Commentaire	Transposition	Nom source d'info	Valeur retenue
Aroma>8-10	Aromatiques>8-10	DJT Inhalation (mg/m3)	0.2	0.2		Diminution pondérale	1999		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	oui
Aroma>8-10	Aromatiques>8-10	DJT Inhalation (mg/m3)	0.2	0.2		Diminution pondérale	1997		non	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.	
71-43-2	Benzène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.03	0.03	300	Lymphopénie (homme)	2003		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	oui
71-43-2	Benzène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.00958	0.00958	10	Immunotoxicité (homme)	2005		non	ATSDR	
71-43-2	Benzène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.06	0.06	10	Hématotoxicité (homme)	2003		non	OEHHA	
191-24-2	Benzo (g,h,i)Pérylène	DJT Inhalation (mg/m3)							non	Valeur définie par l'utilisateur	oui
100-41-4	Ethylbenzène	DJT Inhalation (mg/m3)	1	1	300	Atteintes du développement (rat, lapin)	1991		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	oui
100-41-4	Ethylbenzène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.26	0.26	300	Néphrotoxicité	2007		non	ATSDR	
100-41-4	Ethylbenzène	DJT Inhalation (mg/m3)	22	22	100	Augmentation pondérale des organes	1996		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	
100-41-4	Ethylbenzène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.77	0.77	100	Hépatotoxicité et néphrotoxicité (rat, souris)	2000		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	
100-41-4	Ethylbenzène	DJT Inhalation (mg/m3)	2	2	30	Hépatotoxicité, néphrotoxicité (rat, souris)	2003		non	OEHHA	
206-44-0	Fluoranthène	DJT Inhalation (mg/m3)							non	Valeur définie par l'utilisateur	oui
86-73-7	Fluorène	DJT Inhalation (mg/m3)							non	Valeur définie par l'utilisateur	oui
91-20-3	Naphtalène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.003	0.003	3000	Toxicité appareil respiratoire supérieur (souris)	1998		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	oui
91-20-3	Naphtalène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.00366	0.00366	300	Toxicité appareil respiratoire sup (rat, souris)	2003		non	ATSDR	
91-20-3	Naphtalène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.009	0.009	1000	Toxicité respiratoire (souris)	2003		non	OEHHA	

VTR pour les effets toxiques – Tableau 2/3

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Numéro CAS	Dénomination	Paramètre	Valeur adultes	Valeur Enfants	Facteur d'incertitude	Organe cible	Année	Commentaire	Transposition	Nom source d'info	Valeur retenue
85-01-8	Phénanthrène	DJT Inhalation (mg/m3)							non	Valeur définie par l'utilisateur	oui
129-00-0	Pyrène	DJT Inhalation (mg/m3)							non	Valeur définie par l'utilisateur	oui
108-88-3	Toluène	DJT Inhalation (mg/m3)	5	5	10	Neurotoxicité (homme)	2005		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	oui
108-88-3	Toluène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.3	0.3	100	Perte d'acuité visuelle (homme)	2000		non	ATSDR	
108-88-3	Toluène	DJT Inhalation (mg/m3)	3.8	3.8	10	Neurotoxicité centrale (homme)	1991		non	Health Canada	
108-88-3	Toluène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.4	0.4	300	Neurotoxicité centrale (homme)	1999		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	
108-88-3	Toluène	DJT Inhalation (mg/m3)	0.3	0.3	300	Neurotoxicité (rat)	2003		non	OEHHA	
1330-20-7	Xylene (mixture d'isomères)	DJT Inhalation (mg/m3)	0.1	0.1	300	Perte de la coordination motrice (rat)	2003		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	oui
1330-20-7	Xylene (mixture d'isomères)	DJT Inhalation (mg/m3)	0.217	0.217	300	Neurotoxicité, pneumotoxité (homme)	2005		non	ATSDR	
1330-20-7	Xylene (mixture d'isomères)	DJT Inhalation (mg/m3)	0.87	0.87	1000	Neurotoxicité	1997		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	
1330-20-7	Xylene (mixture d'isomères)	DJT Inhalation (mg/m3)	0.18	0.18	1000	Foetotoxique (rat)	1991		non	Health Canada	
1330-20-7	Xylene (mixture d'isomères)	DJT Inhalation (mg/m3)	0.87	0.87	1000	Atteintes du développement (rat)	1999		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	
1330-20-7	Xylene (mixture d'isomères)	DJT Inhalation (mg/m3)	0.7	0.7	10	Toxicité respiratoire (homme)	2003		non	OEHHA	

VTR pour les effets toxiques – Tableau 3/3

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Numéro CAS	Dénomination	Paramètre	Valeur adultes	Valeur Enfants	Organe cible	Année	Commen- taire	Trans- position	Nom source d'info	Classi- fication US-EPA	Classi- fication IARC	Valeur retenue
83-32-9	Acénaphthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0011	0.0011		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	-	-	Oui
83-32-9	Acénaphthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.5	0.5		2000		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	-	-	
120-12-7	Anthracène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.011	0.011	-	2003		non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	D	3	Oui
71-43-2	Benzène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0078	0.0078		2000		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	A	1	Oui
71-43-2	Benzène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.006	0.006		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	A	1	
71-43-2	Benzène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.006	0.006		1998		non	Conseil d'Hygiène Publique de France	A	1	
71-43-2	Benzène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0022	0.0022		2000		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	A	1	
71-43-2	Benzène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.029	0.029		2009		non	OEHHA	A	1	
71-43-2	Benzène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0033	0.0033		1991		non	Health Canada	A	1	
71-43-2	Benzène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0005	0.0005	Sang	2000		non	RIVM : National Institute of Public Health and the Environment, the Netherlands.	A	1	

VTR pour les effets cancérogènes – Tableau 1/4

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Numéro CAS	Dénomination	Paramètre	Valeur adultes	Valeur Enfants	Organe cible	Année	Commen- taire	Trans- position	Nom source d'info	Classi- fication US-EPA	Classi- fication IARC	Valeur retenue
205-99-2	Benzo (b)Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.11	0.11		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	B2	2B	Oui
205-99-2	Benzo (b)Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	8.7	8.7		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2B	
205-99-2	Benzo (b)Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	12	12		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2B	
205-99-2	Benzo (b)Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.11	0.11		2004		non	OEHHA	B2	2B	
205-99-2	Benzo (b)Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.00187	0.00187		1993		non	Health Canada	B2	2B	
191-24-2	Benzo (g,h,i)Pérylène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.011	0.011		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	D	3	oui
191-24-2	Benzo (g,h,i)Pérylène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)				1990		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	D	3	
207-08-9	Benzo (k) Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.11	0.11		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	B2	2B	oui
207-08-9	Benzo (k) Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	8.7	8.7		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2B	
207-08-9	Benzo (k) Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.87	0.87		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2B	
207-08-9	Benzo (k) Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.11	0.11		2004		non	OEHHA	B2	2B	
207-08-9	Benzo (k) Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.00127	0.001127		1993		non	Health Canada	B2	2B	
56-55-3	Benzo(a)Anthracène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.11	0.11		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	B2	2A	oui
56-55-3	Benzo(a)Anthracène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	1.3	1.3		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2A	
56-55-3	Benzo(a)Anthracène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.12	0.12		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2A	
56-55-3	Benzo(a)Anthracène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.11	0.11		2004		non	OEHHA	B2	2A	

VTR pour les effets cancérigènes – Tableau 2/4

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Numéro CAS	Dénomination	Paramètre	Valeur adultes	Valeur Enfants	Organe cible	Année	Commentaire	Transposition	Nom source d'info	Classification US-EPA	Classification IARC	Valeur retenue
50-32-8	Benzo(a)Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	1.1	1.1		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	B2	2A	oui
50-32-8	Benzo(a)Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	90	90		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2A	
50-32-8	Benzo(a)Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	1.1	1.1		2004		non	OEHHA	B2	2A	
50-32-8	Benzo(a)Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.031	0.031		1993		non	Health Canada	B2	2A	
218-01-9	Chrysène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.011	0.011		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	B2	3	oui
218-01-9	Chrysène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	8.7	8.7		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	3	
218-01-9	Chrysène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.087	0.087		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	3	
218-01-9	Chrysène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.011	0.011		2004		non	OEHHA	B2	3	
53-70-3	Dibenzo(a,h) Anthracène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	1.1	1.1		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	B2	2A	oui
53-70-3	Dibenzo(a,h) Anthracène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	435	435		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2A	
53-70-3	Dibenzo(a,h) Anthracène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	77	77		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2A	
53-70-3	Dibenzo(a,h) Anthracène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	1.2	1.2		2004		non	OEHHA	B2	2A	
100-41-4	Ethylbenzène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0025	0.0025		2008		non	OEHHA	D	2B	oui
206-44-0	Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0011	0.0011		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	D	3	oui
206-44-0	Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.87	0.87		1998		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	D	3	
206-44-0	Fluoranthène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.087	0.087		1998		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	D	3	
86-73-7	Fluorène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0011	0.0011		2003		non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	D	3	oui

VTR pour les effets cancérogènes – Tableau 3/4

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Numéro CAS	Dénomination	Paramètre	Valeur adultes	Valeur Enfants	Organe cible	Année	Commentaire	Transposition	Nom source d'info	Classification US-EPA	Classification IARC	Valeur retenue
193-39-5	Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.11	0.11		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	B2	2B	oui
193-39-5	Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	20.2	20.2		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2B	
193-39-5	Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	5.8	5.8		2000		non	Organisation Mondiale de la Santé (OMS)	B2	2B	
193-39-5	Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.11	0.11		2004		non	OEHHA	B2	2B	
193-39-5	Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.00376	0.00376		1993		non	Health Canada	B2	2B	
91-20-3	Naphtalène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0011	0.0011		2003	selon OEHHA	non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	C	2B	oui
91-20-3	Naphtalène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.034	0.034		2005		non	OEHHA	C	2B	
85-01-8	Phénanthrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0011	0.0011		2003		non	Base de données IRIS de l'US-EPA: http://www.epa.gov/iris/index.html	D	3	oui
129-00-0	Pyrène	ERU Inhalation ((mg/m3)-1)	0.0011	0.0011		2003		non	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS	D	3	oui

VTR pour les effets cancérogènes – Tableau 4/4

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Numéro Cas	Dénomination	Coefficient de partition carbone organique (Koc) (l/kg)	Constante de Henry (l)	Diffusion dans l'air (cm ² /s)	Diffusion dans l'eau (cm ² /s)	Solubilité (mg/l)	numéro de la référence	intitulé
83-32-9	Acénaphthène	4578 (1)	0.00624 (1)	0.0421 (1)	7.69E-06 (1)	3.7 (1)	1	Fiches de données toxicologiques de l'INERIS
Aliph-11-12	Aliphatique C>10-C12	251188.6 (6)	120 (6)	0.1 (6)	0.00001 (6)	0.034 (6)	2	Base de données HSDB
Aliph-13-16	Aliphatique C>12-C16	5011873 (6)	520 (6)	0.1 (6)	0.00001 (6)	0.0007 (6)	5	Soil Vapor Extraction Technology de T., A. Pedresen et J., T. Curtis (1991). (constante de Henry à 10°C)
Aliph-7-8	Aliphatique C>6-C8	3981.072 (6)	50 (6)	0.1 (6)	0.00001 (6)	5.4 (6)	6	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum Hydrocarbons Working Group.
Aliph-9-10	Aliphatique C>8-C10	31622.78 (6)	80 (6)	0.1 (6)	0.00001 (6)	0.43 (6)	8	Base de données CALTOX
120-12-7	Anthracène	25700 (1)	0.00214 (1)	0.0428 (1)	6.72E-06 (1)	1.29 (1)	9	Base de données du logiciel BP Risc
Aroma>10-12	Aromatiques>10-12	2511 (6)	0.14 (6)	0.1 (6)	0.00001 (6)	25 (6)		
Aroma>12-16	Aromatiques>12-16	5012 (6)	0.053 (6)	0.1 (6)	0.00001 (6)	5.8 (6)		
Aroma>8-10	Aromatiques>8-10	1585 (6)	0.48 (6)	0.1 (6)	0.00001 (6)	65 (6)		
71-43-2	Benzène	60 (1)	0.142 (5)	0.088 (1)	0.0000098 (1)	1830 (1)		
205-99-2	Benzo (b)Fluoranthène	83000 (6)	0.0063 (1)	0.0333 (1)	5.13E-06 (1)	0.012 (1)		
191-24-2	Benzo (g,h,i)Pérylène	311000 (6)	0.0000303 (6)	0.049 (6)	5.56E-06 (6)	0.00026 (2)		
207-08-9	Benzo (k) Fluoranthène	121000 (6)	0.0000165 (1)	0.0226 (6)	5.56E-06 (6)	0.0008 (6)		
56-55-3	Benzo(a)Anthracène	102000 (6)	0.000234 (6)	0.051 (6)	0.000009 (6)	0.0094 (2)		
50-32-8	Benzo(a)Pyrène	5000000 (1)	0.0000164 (1)	0.045 (1)	0.0000069 (1)	0.003 (1)		
218-01-9	Chrysène	133000 (1)	0.00004 (1)	0.0248 (1)	6.21E-06 (1)	0.002 (1)		
53-70-3	Dibenzo(a,h) Anthracène	1400000 (1)	1.94E-06 (1)	0.031 (1)	0.0000048 (1)	0.0005 (1)		
100-41-4	Ethylbenzène	241.9 (1)	0.1403 (5)	0.075 (1)	0.0000078 (1)	155 (1)		
206-44-0	Fluoranthène	72000 (1)	0.00034 (1)	0.039 (1)	0.0000058 (1)	0.26 (1)		
86-73-7	Fluorène	7707 (1)	0.00391 (1)	0.0456 (1)	6.79E-06 (1)	1.98 (1)		
193-39-5	Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène	6300000 (1)	0.0000123 (1)	0.031 (1)	0.0000051 (1)	0.062 (1)		
91-20-3	Naphthalène	1250 (1)	0.0208 (1)	0.054 (1)	0.0000072 (1)	31.8 (1)		
85-01-8	Phénanthrène	2291 (1)	0.00123 (1)	0.054 (1)	0.0000057 (1)	1.2 (1)		
129-00-0	Pyrène	67992 (1)	0.000371 (6)	0.027 (1)	7.24E-06 (1)	0.13 (1)		
108-88-3	Toluène	100 (1)	0.16397 (5)	0.087 (1)	0.0000086 (1)	515 (1)		
1330-20-7	Xylène (mixture d'isomères)	240 (6)	0.29 (9)	0.0722 (8)	8.87E-06 (8)	175 (1)		

Paramètres physico-chimiques

SARL IMMODEL

*Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4*

Annexe EQRS2

Equations des expositions aux risques

(6 pages)

CALCUL DU RISQUE

Pour chaque scénario une concentration moyenne inhalée a été calculée.

A partir de cette dose journalière d'exposition, on caractérise le risque pour les substances à seuil et les substances sans seuil.

Pour les substances à seuil :

$$QD = \frac{DJE}{VTR_inh}$$

où : QD est le Quotient de Danger (-) ;
CI est la concentration moyenne inhalée (mg/m³) ;
VTR_inh est la valeur toxicologique de référence par inhalation (mg/m³).

Pour les substances sans seuil :

$$ERI = CI \cdot ERU_inh$$

où : ERI est l'excès de risque individuel (-)
CI est la concentration moyenne inhalée (mg/m³) ;
ERU_inh est l'excès de risque unitaire par inhalation (mg/m³)⁻¹.

SCENARIO INHALATION DE VAPEURS EN INTERIEUR SANS SOUS SOL

Les formules exposées ici sont essentiellement tirées de : « User's guide for the **Johnson and Ettinger** (1991/2003) model for subsurface vapor intrusion into buildings », préparé par Environmental Quality Management, Inc., pour E.H. Pechan & Associates, Inc. (U.S. Environmental Protection Agency), septembre 1997. Elles proviennent principalement du chapitre 2-5 : « The infinite source solution to convective and diffusive transport ».

➤ Le transport de pollution de l'air du sol vers l'air confiné dans un bâtiment est donné par la formule suivante :

$$C_{\text{air confiné}} = \alpha \cdot C_{\text{air sol}}$$

où : $C_{\text{air confiné}}$ est la concentration dans l'air des bâtiments, pour la substance considérée (mg/m³) ;

c'est la **concentration au point d'exposition C_PE** : $C_{\text{air confiné}} = C_{\text{PE}}$

$C_{\text{air sol}}$ est la concentration dans l'air du sol, pour la substance considérée (mg/m³) ;

α est le coefficient d'atténuation (sans dimension).

Sous l'hypothèse que le transport de masse est permanent (source infinie, transport convectif et diffusif), Johnson et Ettinger (1991/2003) donnent la formule suivante pour le coefficient d'atténuation α :

$$\alpha = \frac{\left(\frac{Deff_{\text{sol}} \cdot A_b}{Q_{\text{bat}} \cdot L_s} \right) \cdot \exp\left(\frac{Q_{\text{sol}} \cdot ep_{\text{F}}}{Deff_{\text{F}} \cdot A_{\text{crack}}} \right)}{\exp\left(\frac{Q_{\text{sol}} \cdot ep_{\text{F}}}{Deff_{\text{F}} \cdot A_{\text{crack}}} \right) + \left(\frac{Deff_{\text{sol}} \cdot A_b}{Q_{\text{bat}} \cdot L_s} \right) + \left(\frac{Deff_{\text{sol}} \cdot A_b}{Q_{\text{sol}} \cdot L_s} \right) \cdot \left[\exp\left(\frac{Q_{\text{sol}} \cdot ep_{\text{F}}}{Deff_{\text{F}} \cdot A_{\text{crack}}} \right) - 1 \right]}$$

[Equation 13 du User's guide Johnson & Ettinger]

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

où : $Deff_sol$ est le coefficient de diffusion effectif équivalent du sol (m^2/s) (calcul présenté ci-après);
 A_b est la surface de l'espace fermé (m^2) (calcul présenté ci-après) ;
 Q_{bat} est le taux de ventilation du bâtiment (m^3/s) (calcul présenté ci-après) ;
 L_s est la profondeur qui sépare le bâtiment de la source (m) ;
 Q_{sol} est le flux de gaz du sol pénétrant dans le bâtiment (m^3/s) (calcul présenté ci-après);
 ep_F est l'épaisseur des fondations (m) ;
 A_{crack} est la surface des fissures totales (m^2) (calcul présenté ci-après) ;
 $Deff_F$ est le coefficient de diffusion effectif à travers les fissures (m^2/s) (supposé être équivalent au coefficient effectif de la couche du sol en contact avec le bâtiment) (calcul présenté ci-après).

Les étapes intermédiaires de calcul, nécessaires à la mise en œuvre de cette formule, sont détaillées ci-dessous :

Les expressions pour les deux termes Q_{bat} et Q_{sol} sont les suivantes :

$$Q_{bat} = long_b \cdot larg_b \cdot haut_b \cdot tra_b$$

[Equation 14 du User's guide Johnson & Ettinger]

$$Q_{sol} = \frac{2 \cdot \pi \cdot delta_P \cdot k_v \cdot X_F}{\alpha \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot prof_F}{r_{crack}}\right)}$$

[Equation 15 du User's guide Johnson & Ettinger]

où : $long_b$, $larg_b$ et $haut_b$ sont respectivement les longueur, largeur et hauteur du bâtiment (m) ;
 tra_b est le taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment (s^{-1}) ;
 $delta_P$ est le gradient de pression entre la surface du sol et l'espace clos ($g/cm \cdot s^2$) ;
 k_v est la perméabilité du sol au flux de vapeur, spécifique du sol (m^2) ;

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

X_F est le périmètre de jonction sol-mur, c'est-à-dire le périmètre intérieur du bâtiment (m) ;

α est la viscosité de l'air (g/cm-s) ;

$prof_F$ est la profondeur des fissures sous le rez-de-chaussée (m) ;

r_{crack} est le rayon équivalent des fissures (m).

Avec :

$$A_b = long_b \cdot larg_b$$

$$X_F = 2 \cdot (larg_b + long_b)$$

$$A_{crack} = r_{crack} \cdot X_F \quad \text{et} \quad A_{crack} = \eta \cdot A_b$$

[Equation 16 du User's guide Johnson & Ettinger]

Ceci permet de définir η :

η est la fraction de surface occupée par les fissures dans le dallage (sans dimension).

➤ Notons que nous avons retenu, pour la mise en œuvre du modèle, une seule couche de sol.

$$Deff_sol = D_{air} \cdot \frac{\theta_{a,i}^{3,33}}{(\theta_{a,s} + \theta_{e,s})^2} + \frac{D_{eau}}{H} \cdot \frac{\theta_{e,s}^{3,33}}{(\theta_{a,s} + \theta_{e,s})^2}$$

[1^{ère} équation A13 du Tier 2 de RBCA ou Equation 11 du User's Guide Johnson & Ettinger]

$$Deff_F = D_{air} \cdot \frac{\theta_{a,F}^{3,33}}{(\theta_{a,F} + \theta_{e,F})^2} + \frac{D_{eau}}{H} \cdot \frac{\theta_{e,F}^{3,33}}{(\theta_{a,F} + \theta_{e,F})^2}$$

[4^{ème} équation A13 du Tier 2 de RBCA ou Equation 6 du User's Guide Johnson & Ettinger]

où : $Deff_sol$ est le coefficient de diffusion effectif équivalent du sol (m^2/s) ;
 $Deff_F$ est le coefficient de diffusion effectif à travers les fissures (m^2/s) ;
 D_{air} est la diffusivité dans l'air, pour la substance considérée (m^2/s) ;
 $\theta_{a,s}$ est la teneur en air de la couche de sol (sans dimension) ;
 $\theta_{e,s}$ est la teneur en eau de la couche de sol (sans dimension) ;
 $\theta_{a,F}$ est la teneur en air des fissures (sans dimension) ;
 $\theta_{e,F}$ est la teneur en eau des fissures (sans dimension) ;
 D_{eau} est la diffusivité dans l'eau, pour la substance considérée (m^2/s) ;
 H est la constante de Henry, pour la substance considérée (sans dimension) ;

➤ Enfin, la concentration dans l'air du sol est estimée par la formule suivante :

Pour le sol :

$$C_{air\ sol} = Min \left[\frac{H \cdot d_sol \cdot 1000}{\theta_{e,s} + Koc \cdot foc \cdot d_sol + H \cdot \theta_{a,s}} \cdot C_{sol} ; H \cdot S \cdot 1000 \right]$$

[1^{ère} partie de l'équation CM-3a de RBCA]

où : $C_{air\ sol}$ est la concentration dans l'air du sol (en mg/m^3) ;
 C_{sol} est la concentration dans le sol (en mg/kg) ;
 S est la solubilité (en mg/l) ;
 d_sol est la densité du sol (en g/cm^3) ;
 K_{oc} est le coefficient de partage du carbone organique, spécifique du sol (cm^3/g) ;
 foc est la fraction de carbone organique dans le sol (sans dimension) ;
 H est la constante de Henry (sans dimension).

N.B. : Le terme $H \cdot S \cdot 1000$ correspond à la saturation de l'air du sol, pour la substance considérée (1000 étant un coefficient servant à harmoniser les unités).

Pour la nappe :

$$C_{air\ sol} = H \cdot C_{nappe} \cdot 1000$$

[Equation 15 du User's guide Johnson & Ettinger]

où : $C_{air\ sol}$ est la concentration dans l'air du sol (mg/m^3) ;

C_{nappe} est la concentration dans la nappe (mg/l) ;

H est la constante de Henry (sans dimension).

➤ La dose d'exposition se calcule alors de la manière suivante :

$$DJE = \frac{C_{PE} \cdot FE \cdot DE}{Tm}$$

où : DJE est la dose journalière d'exposition (mg/m^3) ;

C_{PE} est la concentration au point d'exposition (mg/m^3) ;

FE est la fréquence d'exposition (jours/an) ;

DE est la durée d'exposition (années) ;

Tm est le temps moyenné (jours) :

$Tm = DE \cdot 365$ pour les substances à seuil,

$Tm = 70 \cdot 365$ pour les substances sans seuil.

SARL IMMODEL

*Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4*

Annexe EQRS3

Résultats des calculs des expositions aux risques

(4 pages)

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

substances IR Adultes	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements profondeur	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface	Somme
Aliphatique C>10-C12 (Sol)	9.96E-03	4.95E-02	5.94E-02
Aliphatique C>12-C16 (Sol)	2.01E-03	2.18E-02	2.38E-02
Aliphatique C>6-C8 (Sol)	5.09E-03		5.09E-03
Aliphatique C>8-C10 (Sol)	1.67E-02	1.52E-01	1.69E-01
Aromatiques>10-12 (Sol)	1.62E-02		1.62E-02
Aromatiques>12-16 (Sol)	1.74E-03		1.74E-03
Aromatiques>8-10 (Sol)	3.03E-02		3.03E-02
Benzène (Sol)	2.55E-02		2.55E-02
Ethylbenzène (Sol)	4.45E-04	5.45E-03	5.89E-03
Naphtalène (Sol)	3.48E-03	1.69E-01	1.73E-01
Toluène (Sol)	9.49E-05		9.49E-05
Xylene (mixture d'isomères) (Sol)	5.78E-02	4.87E-01	5.45E-01
Somme	1.69E-01	8.85E-01	1.05E+00

Risques toxiques : Quotients de Danger - Adultes

substances QD Enfants	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements profondeur	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface	Somme
Aliphatique C>10-C12 (Sol)	1.36E-02	6.75E-02	8.11E-02
Aliphatique C>12-C16 (Sol)	2.75E-03	2.97E-02	3.25E-02
Aliphatique C>6-C8 (Sol)	6.95E-03		6.95E-03
Aliphatique C>8-C10 (Sol)	2.28E-02	2.07E-01	2.30E-01
Aromatiques>10-12 (Sol)	2.21E-02		2.21E-02
Aromatiques>12-16 (Sol)	2.37E-03		2.37E-03
Aromatiques>8-10 (Sol)	4.14E-02		4.14E-02
Benzène (Sol)	3.48E-02		3.48E-02
Ethylbenzène (Sol)	6.07E-04	7.43E-03	8.04E-03
Naphtalène (Sol)	4.75E-03	2.31E-01	2.36E-01
Toluène (Sol)	1.29E-04		1.29E-04
Xylene (mixture d'isomères) (Sol)	7.88E-02	6.65E-01	7.43E-01
Somme	2.31E-01	1.21E+00	1.44E+00

Risques toxiques : Quotients de Danger - Enfants

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Substances ERI Adultes	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements profondeur	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface	Somme
Acénaphthène (Sol)		1.98E-08	1.98E-08
Anthracène (Sol)	4.49E-11	3.86E-08	3.87E-08
Benzène (Sol)	2.56E-06		2.56E-06
Benzo (b)Fluoranthène (Sol)		3.21E-07	3.21E-07
Benzo (g,h,i)Pérylène (Sol)	1.08E-13	3.44E-12	3.55E-12
Benzo (k) Fluoranthène (Sol)		5.77E-11	5.77E-11
Benzo(a)Anthracène (Sol)	1.40E-11	9.51E-09	9.52E-09
Benzo(a)Pyrène (Sol)		3.90E-10	3.90E-10
Chrysène (Sol)		3.48E-11	3.48E-11
Dibenzo(a,h) Anthracène (Sol)		1.93E-11	1.93E-11
Ethylbenzène (Sol)	4.77E-07	5.84E-06	6.31E-06
Fluoranthène (Sol)	4.36E-13	1.45E-09	1.45E-09
Fluorène (Sol)	9.68E-11	9.28E-09	9.38E-09
Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène (Sol)		1.54E-11	1.54E-11
Naphtalène (Sol)	4.92E-09	2.40E-07	2.44E-07
Phénanthrène (Sol)	3.46E-10	6.36E-08	6.39E-08
Pyrène (Sol)	1.93E-12	1.32E-09	1.33E-09
Somme	3.04E-06	6.54E-06	9.58E-06

Risques cancérogènes : Excès de Risques Individuels - Adultes

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

substances Eri Enfants	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements profondeur	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface	Somme
Acénaphthène (Sol)		5.41E-09	5.41E-09
Anthracène (Sol)	1.23E-11	1.05E-08	1.06E-08
Benzène (Sol)	6.98E-07		6.98E-07
Benzo (b)Fluoranthène (Sol)		8.75E-08	8.75E-08
Benzo (g,h,i)Pérylène (Sol)	2.94E-14	9.38E-13	9.67E-13
Benzo (k) Fluoranthène (Sol)		1.58E-11	1.58E-11
Benzo(a)Anthracène (Sol)	3.81E-12	2.59E-09	2.60E-09
Benzo(a)Pyrène (Sol)		1.06E-10	1.06E-10
Chrysène (Sol)		9.49E-12	9.49E-12
Dibenzo(a,h) Anthracène (Sol)		5.28E-12	5.28E-12
Ethylbenzène (Sol)	1.30E-07	1.59E-06	1.72E-06
Fluoranthène (Sol)	1.19E-13	3.94E-10	3.94E-10
Fluorène (Sol)	2.64E-11	2.53E-09	2.56E-09
Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène (Sol)		4.20E-12	4.20E-12
Naphtalène (Sol)	1.34E-09	6.54E-08	6.67E-08
Phénanthrène (Sol)	9.44E-11	1.73E-08	1.74E-08
Pyrène (Sol)	5.26E-13	3.61E-10	3.62E-10
Somme	8.29E-07	1.78E-06	2.61E-06

Risques cancérigènes : Excès de Risques Individuels – Enfants

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

substances Eri Total	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements profondeur	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface	Somme
Acénaphthène (Sol)		2.53E-08	2.53E-08
Anthracène (Sol)	5.72E-11	4.92E-08	4.92E-08
Benzène (Sol)	3.25E-06		3.25E-06
Benzo (b)Fluoranthène (Sol)		4.08E-07	4.08E-07
Benzo (g,h,i)Pérylène (Sol)	1.37E-13	4.38E-12	4.51E-12
Benzo (k) Fluoranthène (Sol)		7.35E-11	7.35E-11
Benzo(a)Anthracène (Sol)	1.78E-11	1.21E-08	1.21E-08
Benzo(a)Pyrène (Sol)		4.97E-10	4.97E-10
Chrysène (Sol)		4.43E-11	4.43E-11
Dibenzo(a,h) Anthracène (Sol)		2.46E-11	2.46E-11
Ethylbenzène (Sol)	6.07E-07	7.43E-06	8.03E-06
Fluoranthène (Sol)	5.54E-13	1.84E-09	1.84E-09
Fluorène (Sol)	1.23E-10	1.18E-08	1.19E-08
Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène (Sol)		1.96E-11	1.96E-11
Naphtalène (Sol)	6.26E-09	3.05E-07	3.11E-07
Phénanthrène (Sol)	4.40E-10	8.09E-08	8.13E-08
Pyrène (Sol)	2.45E-12	1.69E-09	1.69E-09
Somme	3.87E-06	8.32E-06	1.22E-05

Risques cancérogènes : Excès de Risques Individuels – Adultes et Enfants

SARL IMMODEL

*Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4*

Annexe EQRS4

Résultats des calculs des expositions aux risques associés aux CMA
calculées

(4 pages)

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

substances QD Adultes	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements Profondeur CMA	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface CMA	Somme
Aliphatique C>10-C12 (Sol)	9.96E-03	4.95E-02	5.94E-02
Aliphatique C>12-C16 (Sol)	2.01E-03	2.18E-02	2.38E-02
Aliphatique C>6-C8 (Sol)	5.09E-03		5.09E-03
Aliphatique C>8-C10 (Sol)	1.67E-02	9.11E-02	1.08E-01
Aromatiques>10-12 (Sol)	1.62E-02		1.62E-02
Aromatiques>12-16 (Sol)	1.74E-03		1.74E-03
Aromatiques>8-10 (Sol)	3.03E-02		3.03E-02
Benzène (Sol)	2.55E-02		2.55E-02
Ethylbenzène (Sol)	4.45E-04	1.99E-03	2.44E-03
Naphtalène (Sol)	3.48E-03	7.06E-02	7.41E-02
Toluène (Sol)	9.49E-05		9.49E-05
Xylene (mixture d'isomères) (Sol)	5.78E-02	1.35E-01	1.93E-01
Somme	1.69E-01	3.70E-01	5.40E-01

Risques toxiques : Quotients de Danger – Adultes

substances QD Enfants	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements Profondeur CMA	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface CMA	Somme
Aliphatique C>10-C12 (Sol)	1.36E-02	6.75E-02	8.11E-02
Aliphatique C>12-C16 (Sol)	2.75E-03	2.97E-02	3.25E-02
Aliphatique C>6-C8 (Sol)	6.95E-03		6.95E-03
Aliphatique C>8-C10 (Sol)	2.28E-02	1.24E-01	1.47E-01
Aromatiques>10-12 (Sol)	2.21E-02		2.21E-02
Aromatiques>12-16 (Sol)	2.37E-03		2.37E-03
Aromatiques>8-10 (Sol)	4.14E-02		4.14E-02
Benzène (Sol)	3.48E-02		3.48E-02
Ethylbenzène (Sol)	6.07E-04	2.72E-03	3.33E-03
Naphtalène (Sol)	4.75E-03	9.63E-02	1.01E-01
Toluène (Sol)	1.29E-04		1.29E-04
Xylene (mixture d'isomères) (Sol)	7.88E-02	1.85E-01	2.63E-01
Somme	2.31E-01	5.05E-01	7.36E-01

Risques toxiques : Quotients de Danger - Enfants

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

Substances ERI Adultes	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements Profondeur CMA	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface CMA	Somme
Acénaphthène (Sol)		1.98E-08	1.98E-08
Anthracène (Sol)	4.49E-11	3.86E-08	3.87E-08
Benzène (Sol)	2.56E-06		2.56E-06
Benzo (b)Fluoranthène (Sol)		3.21E-07	3.21E-07
Benzo (g,h,i)Pérylène (Sol)	1.08E-13	3.44E-12	3.55E-12
Benzo (k) Fluoranthène (Sol)		5.77E-11	5.77E-11
Benzo(a)Anthracène (Sol)	1.40E-11	9.51E-09	9.52E-09
Benzo(a)Pyrène (Sol)		3.90E-10	3.90E-10
Chrysène (Sol)		3.48E-11	3.48E-11
Dibenzo(a,h) Anthracène (Sol)		1.93E-11	1.93E-11
Ethylbenzène (Sol)	4.77E-07	2.13E-06	2.61E-06
Fluoranthène (Sol)	4.36E-13	1.45E-09	1.45E-09
Fluorène (Sol)	9.68E-11	9.28E-09	9.38E-09
Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène (Sol)		1.54E-11	1.54E-11
Naphtalène (Sol)	4.92E-09	9.98E-08	1.05E-07
Phénanthrène (Sol)	3.46E-10	6.36E-08	6.39E-08
Pyrène (Sol)	1.93E-12	1.32E-09	1.33E-09
Somme	3.04E-06	2.70E-06	5.74E-06

Risques cancérogènes : Excès de Risques Individuels - Adultes

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
 Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

substances Eri Enfants	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements Profondeur CMA	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface CMA	Somme
Acénaphthène (Sol)		5.41E-09	5.41E-09
Anthracène (Sol)	1.23E-11	1.05E-08	1.06E-08
Benzène (Sol)	6.98E-07		6.98E-07
Benzo (b)Fluoranthène (Sol)		8.75E-08	8.75E-08
Benzo (g,h,i)Pérylène (Sol)	2.94E-14	9.38E-13	9.67E-13
Benzo (k) Fluoranthène (Sol)		1.58E-11	1.58E-11
Benzo(a)Anthracène (Sol)	3.81E-12	2.59E-09	2.60E-09
Benzo(a)Pyrène (Sol)		1.06E-10	1.06E-10
Chrysène (Sol)		9.49E-12	9.49E-12
Dibenzo(a,h) Anthracène (Sol)		5.28E-12	5.28E-12
Ethylbenzène (Sol)	1.30E-07	5.82E-07	7.13E-07
Fluoranthène (Sol)	1.19E-13	3.94E-10	3.94E-10
Fluorène (Sol)	2.64E-11	2.53E-09	2.56E-09
Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène (Sol)		4.20E-12	4.20E-12
Naphtalène (Sol)	1.34E-09	2.72E-08	2.86E-08
Phénanthrène (Sol)	9.44E-11	1.73E-08	1.74E-08
Pyrène (Sol)	5.26E-13	3.61E-10	3.62E-10
Somme	8.29E-07	7.36E-07	1.57E-06

Risques cancérogènes : Excès de Risques Individuels – Enfants

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A – Annexe 4

substances Eri Total	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements Profondeur CMA	Inhalation Résidentiel sans sous-sol Logements surface CMA	Somme
Acénaphthène (Sol)		2.53E-08	2.53E-08
Anthracène (Sol)	5.72E-11	4.92E-08	4.92E-08
Benzène (Sol)	3.25E-06		3.25E-06
Benzo (b)Fluoranthène (Sol)		4.08E-07	4.08E-07
Benzo (g,h,i)Pérylène (Sol)	1.37E-13	4.38E-12	4.51E-12
Benzo (k) Fluoranthène (Sol)		7.35E-11	7.35E-11
Benzo(a)Anthracène (Sol)	1.78E-11	1.21E-08	1.21E-08
Benzo(a)Pyrène (Sol)		4.97E-10	4.97E-10
Chrysène (Sol)		4.43E-11	4.43E-11
Dibenzo(a,h) Anthracène (Sol)		2.46E-11	2.46E-11
Ethylbenzène (Sol)	6.07E-07	2.72E-06	3.32E-06
Fluoranthène (Sol)	5.54E-13	1.84E-09	1.84E-09
Fluorène (Sol)	1.23E-10	1.18E-08	1.19E-08
Indeno(1,2,3,c,d)Pyrène (Sol)		1.96E-11	1.96E-11
Naphtalène (Sol)	6.26E-09	1.27E-07	1.33E-07
Phénanthrène (Sol)	4.40E-10	8.09E-08	8.13E-08
Pyrène (Sol)	2.45E-12	1.69E-09	1.69E-09
Somme	3.87E-06	3.44E-06	7.30E-06

Risques cancérogènes : Excès de Risques Individuels – Adultes et Enfants

Annexe 5

Grille de codification des prestations selon le référentiel QUALIPOL

(1 page)

SARL IMMODEL

Projet d'achat du site AD à Rouen (76) – Diagnostic de l'état de pollution des sols et
Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires - Rapport A68851/A

**Activités d'étude, de conseil, d'ingénierie et de surveillance des sites pollués.
CODIFICATION DES PRESTATIONS d'après l'annexe A du référentiel
« ingénierie » de labellisation QUALIPOL version du 01-04-2008 et la norme
NFX31-620.**

VERSION 2

Code	Objectif Prestation	Prestations Antea Group	Code	Objectif Prestation	Prestations Antea Group
A	Etudes préliminaires				
A000	Levée de doute sur la pollution chimique		C103	Etudes de faisabilité technique	
A100	Diagnostic		C104	Etudes de projet	
A101	Visite du site, risques immédiats, accidents et pollutions visibles		C200	Etablissement des dossiers administratifs, (Plan de Gestion, ICPE, Loi Eau, servitudes, etc.)	
A102	Etude historique		C300	Assistance aux contrats de travaux	
A103	Etude documentaire vulnérabilité		C400	Supervision des travaux	
A200	Investigations de terrain	X	C401	Direction de l'exécution des travaux	
A300	Schéma conceptuel et/ou présentation de l'état des pollutions, recommandations		C401a	Direction de l'exécution des travaux avec présence permanente d'un représentant d'Antea Group	
A500	Expertise indépendante		C402	Ordonnancement, Pilotage et Coordination.	
B	Analyses des impacts et des enjeux		C403	Contrôle de la mise en œuvre des mesures de gestion	
B100	IEM		C404	Assistance aux opérations de réception	
B200	Analyses quantitatives des risques (EQRS,...) et des enjeux	X	C500	Expertise indépendante	
B201	Analyses des risques - Santé		C600	Assistance à maîtrise d'ouvrage	
B202	Analyses des Enjeux sur les ressources en Eaux		E	Surveillance	
B203	Analyses des risques - Ecosystèmes		E100	Surveillance et Contrôle des impacts	
B204	Analyses des risques - Biens matériels		E101	Conception d'un dispositif de surveillance	
B500	Expertise indépendante		E102	Réalisation et mise en place du dispositif	
C	Ingénierie des travaux de dépollution ou AMO ou contrôle		E103	Entretien et maintenance du dispositif	
C100	Etudes de conception, mesures de gestion « optimisée »		E104	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses	
C101	Etudes d'avant projet, définition de solution(s) à niveau peu détaillé (technique, coût, délais, etc.)		E105	Interprétations	
C102	Bilan "coûts-avantages"		E500	Expertise indépendante	

Rapport

Titre : *Projet d'achat du site AD, sis rue de La Fayette à Rouen (76) - Diagnostic de l'état de pollution des sols et Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires*

Numéro et indice de version : A68851/A

Date d'envoi : *novembre 2012*

Nombre d'annexes dans le texte : 5

Nombre de pages : 30

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Diffusion (nombre et destinataires) :

1 ex. Auteur

3 ex. Client

Client

Coordonnées complètes : *SARL IMMODEL
110, rue Douche
76160 Saint-Martin-du-Vivier*

Nom et fonction des interlocuteurs : *M. DELOFFRE*

ANTEA

Unité réalisatrice : *Agence Paris-Centre-Normandie / Implantation de Rouen*

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial : E. BELHANAFI

Responsable de projet : E. BELHANAFI

Auteur : Cl. DUBOST

Secrétariat : V. PEIGNÉ (signature)

Qualité

Contrôlé par : *Eric BELHANAFI (signature)*

Date : *13/11/2012*

N° du projet : *NIEP120277*

Références et date de la commande : *Bon pour accord du 27/09/2012*

Mots-clés : diagnostic, garage, analyse-sol, EQRS

Commune : Rouen (76)

Codification Qualipol : A200, B200