

VILLE DE LA ROCHE-SUR-YON

Projet de construction d'un groupe scolaire
à La Roche-sur-Yon (85)

Diagnostic approfondi de pollution et plan de gestion

Rapport
Affaire SER15171-1

Septembre 2015





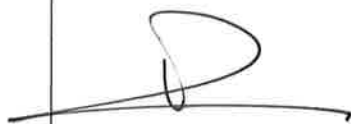


VILLE DE LA ROCHE-SUR-YON

Monsieur RAFFIN
Hôtel de Ville
Place Napoléon
85021 LA ROCHE-SUR-YON

Interlocuteur : Monsieur RAFFIN
Tel : 02 51 47 46 12
Port : 06 08 35 35 48
E-mail : raffinc@ville-larochesuryon.fr

Référence du client : bon de commande n° CP150107
Référence du rapport : SER15171
Indice : 1

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
NOM Prénom	LANDELLE Pauline	JUIGNET Nathalie	BEAULAN Joël
Fonction	Chef de projet	Ingénieur d'études	Superviseur
Signature			

Sommaire

	Page
1 - Contexte et objectifs	6
2 - Localisation du site	8
3 - Diagnostic approfondi de pollution	10
3.1. Aspects hygiène et sécurité	10
3.2. Investigations sur les sols (A200)	11
3.2.1. Analyses complémentaires de sols	11
3.2.2. Résultats des investigations sur les sols	13
3.2.2.1. Nature des terrains analysés	13
3.2.2.2. Observations organoleptiques	13
3.2.2.3. Programme d'analyses	13
3.2.2.4. Résultats d'analyses	15
3.3. Investigations sur l'air du sol (A230).....	20
3.3.1. Investigations et méthodologie sur l'air du sol	20
3.3.1.1. Investigations	20
3.3.1.2. Méthodologie	22
3.3.2. Résultats des investigations sur l'air du sol	23
3.3.2.1. Observations organoleptiques	23
3.3.2.2. Programme d'analyses	24
3.3.2.3. Résultats d'analyses	24
4 - Synthèse des investigations de juin et juillet 2015	30
5 - Schéma conceptuel du projet d'aménagement.....	32
5.1. Sources de pollution.....	32
5.2. Présentation du projet d'aménagement	33
5.3. Voies et milieux de transfert	34
5.4. Enjeux à protéger, cibles potentielles.....	34
5.5. Analyse du schéma conceptuel	35
6 - Synthèse de l'analyse des enjeux sanitaires (A320)	37
6.1. Identification des dangers - Schéma conceptuel d'exposition	37
6.2. Caractérisation des risques	38
6.3. Modification des données d'entrée	40
6.3.1. Modification de la concentration en sulfure d'hydrogène	40
6.3.2. Modification du scénario « élève »	40
6.3.3. Précisions sur les scénarios d'exposition et les dispositions constructives... 41	
6.4. Proposition de mesures compensatoires.....	41
6.5. Hypothèses et incertitudes.....	42
7 - Identification des options de gestion et bilan coûts/avantages (A330).....	43
7.1. Méthodologie	43
7.2. Objectifs	44
7.3. Rappel des zones polluées.....	44

7.4. Rappel du projet d'aménagement.....	45
7.5. Proposition de mesures de gestion des zones polluées	46
7.5.1. Définition des zones polluées.....	48
7.5.2. Mesures de gestion des zones sources de pollution	50
7.6. Bilans coûts-avantages	52
7.7. Maîtrise des voies de transfert.....	53
7.8. Mise en place de servitudes ou de restrictions d'usage.....	54
7.9. Phasage proposé des opérations	55
7.10. Mesures à prendre en compte lors des travaux et des futurs aménagements	56
7.11. Mesures de suivi à mettre en place.....	57
8 - Synthèse	58
9 - Discussion des limites et incertitudes	63

FIGURES

Figure 1 : Plan de situation, échelle 1/10 000	9
Figure 2 : Plan topographique, échelle 1/600.....	12
Figure 3 : Maillage de la zone d'étude, échelle 1/600	14
Figure 4 : Localisation des piézaires, échelle 1/600	21
Figure 5 : Localisation des zones impactées, échelle 1/600.....	31
Figure 6 : Schéma conceptuel du projet d'aménagement incluant les mesures simples de gestion	36
Figure 7 : Superposition du projet et des mailles impactées, échelle 1/600.....	49



TABLEAUX

Tableau 1 : Programme d'analyses des sols.....	13
Tableau 2 : Résultats d'analyses des sols - Phtalates (mg/kg MB).....	16
Tableau 3-1 : Résultats d'analyses des sols - Screening organique semi-quantitatif (mg/kg MS)	16
Tableau 3-2 : Résultats d'analyses des sols - Screening organique semi-quantitatif (mg/kg MS)	17
Tableau 4 : Résultats d'analyses des sols - Packs ISDI (mg/kg MS).....	18
Tableau 5 : Résultats d'analyses des sols - Métaux sur échantillon brut (mg/kg MS) ..	19
Tableau 6 : Observations organoleptiques	23
Tableau 7 : Programme d'analyses d'air du sol	24
Tableau 8-1 : Résultats d'analyses d'air du sol (mg/m ³)	25
Tableau 8-2 : Résultats d'analyses d'air du sol (mg/m ³)	26
Tableau 8-3 : Résultats d'analyses d'air du sol (% et mg/m ³)	27
Tableau 9 : Mesures de gestion non applicables aux ordures ménagères	46
Tableau 10 : Estimation du volume de terres polluées.....	48
Tableau 11 : Bilan coûts/avantages	52
Tableau 12 : Montant des opérations	53

ANNEXES

Annexe 1 : Localisation des sondages du diagnostic initial de juin 2015	
Annexe 2 : Rapport d'essai d'analyses du laboratoire - Sols	
Annexe 3 : Planche photographique	
Annexe 4 : Coupes des piézaires	
Annexe 5 : Fiches de prélèvement d'air du sol	
Annexe 6 : Rapports d'essai d'analyses du laboratoire - Air du sol	
Annexe 7 : Projet d'aménagement du site : groupe scolaire de Pont Boileau	
Annexe 8 : Evaluation Quantitative de Risques Sanitaires (EQRS)	

1 - Contexte et objectifs

Dans le cadre du projet de construction du groupe scolaire « Pont Boileau » sur un site localisé rue Rousseau Decelle à La Roche-sur-Yon (85), la ville de La Roche-sur-Yon a mandaté SEREA pour réaliser un plan de gestion, afin notamment de s'assurer de la compatibilité de la qualité du sous-sol avec les futurs usages. En effet, le site est concerné par une activité passée de décharge.

Un diagnostic initial de pollution de sols a été réalisé par SEREA en juin 2015 (Réf. SER15139-1, juin 2015). Il a mis en évidence deux zones :

- **Zone Est** (mailles M1 à M7 et M12), terrain constitué d'une couche de remblais avec des déchets de démolition (béton, ferraille, verre, ...), entre environ 1,5 et 2,5 m, présentant des anomalies en métaux sur échantillon brut ;
- **Zone Ouest** (mailles M8 à M11 et M13 à M18), terrain constitué d'une couche de remblais gris à noirs avec des ordures ménagères (plastique, tissu, verre, ...), entre environ 1,5 et 3 m, présentant des impacts en hydrocarbures C₁₀-C₄₀, HAP¹, CAV² (pseudocumène), cyanures totaux, PCB³ et métaux sur échantillon brut. D'après nos résultats, la couche de sables sous-jacents est moins impactée par les substances analysées.

La localisation des sondages réalisés en juin 2015 est présentée en annexe 1.

Les objectifs de nos prestations sont de :

- Réaliser des analyses complémentaires sur les sols ;
- Réaliser des investigations sur l'air du sol afin de vérifier l'éventuel impact dans ce milieu ;
- Analyser les enjeux sanitaires afin de s'assurer de la compatibilité des milieux avec l'usage envisagé du site ;
- Identifier les différentes options de gestion possibles des zones impactées, via un bilan coûts/avantages.

¹ HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

² CAV : Composés Aromatiques Volatils

³ PCB : Polychlorobiphényles

Les prestations sont réalisées conformément aux textes ministériels de février 2007 en matière de sites et sols pollués et en application de la norme NFX31-620 :

- ✓ Prestation globale PG⁴ : Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou aménagement d'un site

	Missions		Objectifs
PG	A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyse sur les sols	Procéder aux prélèvements, mesures observations et/ou analyses selon les spécifications du PG
	A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyse sur les gaz du sol	Procéder aux prélèvements, mesures observations et/ou analyses selon les spécifications du PG
	A320	Analyse des enjeux sanitaires	Evaluer les risques sanitaires
	A330	Identification des options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts / avantages	Proposer les options de gestion présentant le bilan coûts / avantages le plus adapté

Les missions A100 (visite de site), A110 (étude historique et documentaire) et A120 (étude de vulnérabilité) ont déjà été réalisées dans le cadre du diagnostic initial (Réf. SER15139-1, juin 2015).

⁴ PG : Plan de Gestion

2 - Localisation du site

Le site du projet de construction du groupe scolaire « Pont Boileau » est localisé rue Rousseau Decelle, à environ 1 km au Sud du centre-ville de La Roche-sur-Yon (85) (figure 1). Il se trouve à une altitude comprise entre + 43 et + 47 m NGF⁵.

D'une superficie d'environ 5 800 m², il correspond à une partie des parcelles communales n°273 (superficie totale de 30 784 m²) et 412 (superficie totale de 15 503 m²) de la section CD du cadastre de la ville de La Roche-sur-Yon.

Il est actuellement occupé par un espace vert aménagé avec :

- De nombreux arbres (chênes, érables, aulnes) répartis sur l'ensemble du site ;
- Une haie d'arbustes au Sud-Est du site ;
- Un boulodrome au Sud du site ;
- Des chemins piétonniers en bordures Nord et Est (promenade El-Hasnaoul) ;
- Un chemin d'accès à l'Ouest du site (promenade Adamson).

Aucune infrastructure bâtie n'existe au droit du site.



Vue sur le site (Géoportail, 2012)

⁵ NGF : Nivellement Général de la France



Figure 1 : Plan de situation

Echelle : 1/10 000

Format A4

Affaire : SER15171-1

Date : 17/08/2015



Parc d'Activités de Ragon
3 rue Ampère
44119 Treillières



3 - Diagnostic approfondi de pollution

3.1. Aspects hygiène et sécurité

Une analyse des risques, présentant les risques encourus et les mesures préventives mises en place, a été rédigée par SEREA avant le démarrage des investigations. Elle a été signée par M. RAFFIN de la ville de La Roche-sur-Yon.

Les consignes de sécurité ont été présentées au personnel intervenant.

Les réponses aux DICT⁶ demandées aux exploitants des réseaux le 20 mai 2015, lors du diagnostic initial de pollution, ont été réutilisées.

Les réseaux enterrés ont été repérés.

Les points de sondages ont ensuite été validés à l'aide du matériel de détection adapté (détecteur de réseau CAT3+).

Les équipements de protection nécessaires ont été utilisés tout au long de l'intervention, suivant les différents postes.

⁶ DICT : Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux

3.2. Investigations sur les sols (A200)

3.2.1. Analyses complémentaires de sols

Les échantillons de sols, prélevés lors du diagnostic de pollution de sols en juin 2015, ont été conservés en vue d'analyses complémentaires propres à l'étude des risques sanitaires et au plan de gestion.

Afin de qualifier de façon plus précise les substances polluantes présentes dans les sols, dans lesquels des ordures ménagères ont été mises en évidence, des analyses complémentaires ont été réalisées sur l'échantillon de sols M14-2.

Le projet d'aménagement du groupe scolaire prévoit le terrassement de la partie Nord du site afin de le remettre à niveau (figure 2). Dans ce contexte, il convient de déterminer le caractère inerte des déblais, afin de déterminer leur exutoire. Trois échantillons de sols, nommés M2-1, M3-2 et M14-1 ont donc été envoyés au laboratoire pour des analyses complémentaires.

Les échantillons de sols prélevés en juin 2015 lors du diagnostic initial ont été stockés à l'abri de la lumière dans une glacière réfrigérée. Les échantillons sélectionnés ont été expédiés par transporteur en laboratoire d'analyses : Laboratoire WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38), accrédité par le COFRAC pour les analyses recherchées.



Légende :

- Limite de site
- Emprise du futur bâtiment du groupe scolaire
- Courbes de niveau

Figure 2 : Plan topographique

Echelle : 1/400
Format A3

Affaire : SER15171-1

Date : 17/08/2015



Parc d'Activités de Ragon
3 rue Ampère
44119 Treillières

3.2.2. Résultats des investigations sur les sols

3.2.2.1. Nature des terrains analysés

Les échantillons de sols correspondent à :

- M2-1 : terre végétale et remblais limoneux marron clair ;
- M3-2 : remblais limoneux marron clair ;
- M14-1 : terre végétale et remblais limoneux marron clair, avec présence de quelques déchets de démolition ;
- M14-2 : remblais limono-argileux gris à noirs, avec présence d'ordures ménagères.

Le maillage de la zone d'étude est présenté en figure 3.

3.2.2.2. Observations organoleptiques

Lors des investigations, parmi les échantillons M2-1, M3-2, M14-1 et M14-2, seul l'échantillon M14-2 présentait des constats organoleptiques de pollution : couleur grise à noire, présence d'ordures ménagères (plastique, tissu, verre, ...), odeur de décomposition, indice PID⁷ = 8 ppmV.

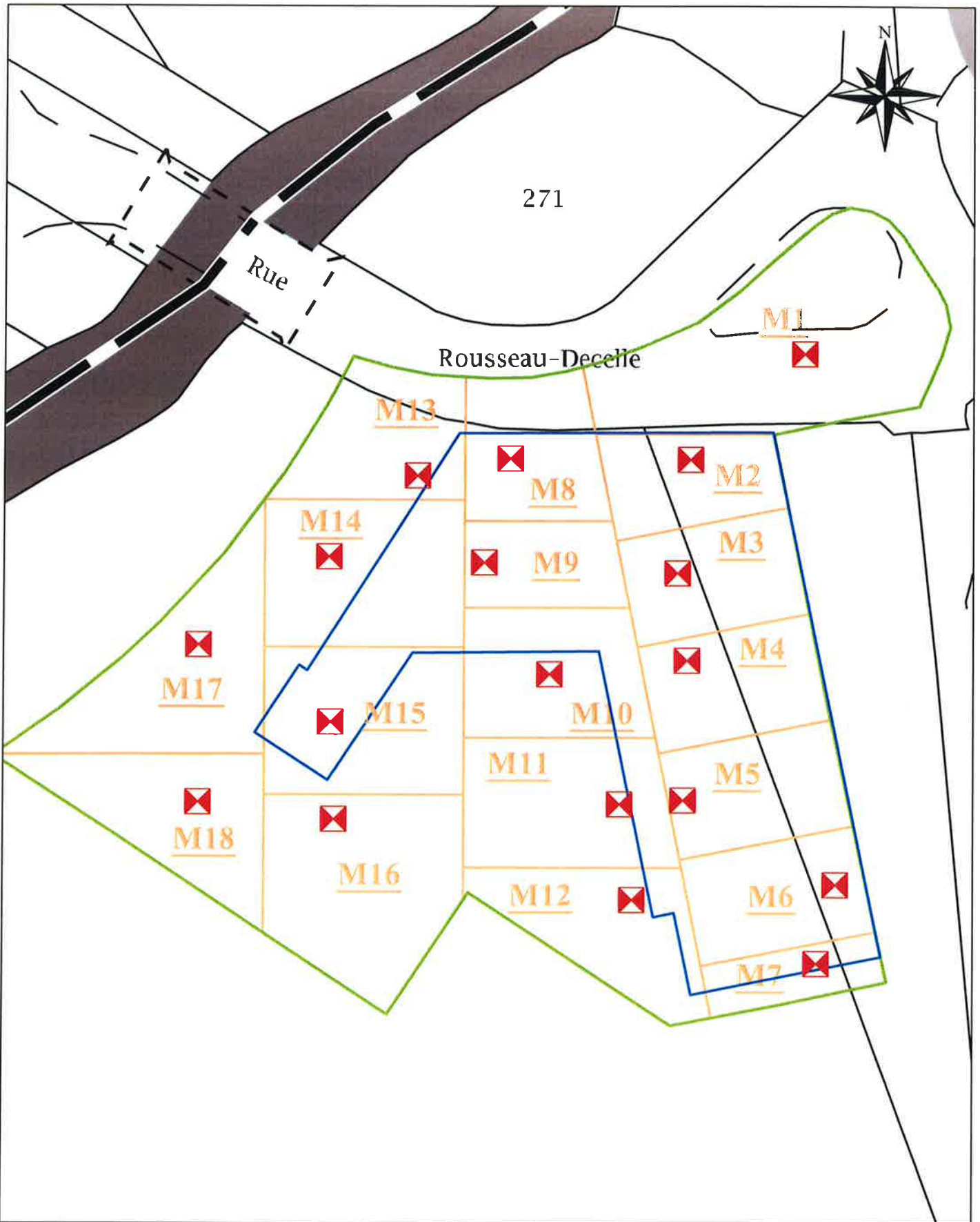
3.2.2.3. Programme d'analyses

La liste des échantillons sélectionnés est présentée dans le tableau suivant, avec la précision sur son objectif et le programme d'analyses associé.

Tableau 1 : Programme d'analyses des sols

Echantillons analysés	Objectif	Paramètres analysés
M2-1	Déterminer le caractère inerte des futurs déblais	Pack ISDI selon l'arrêté du 12/12/14, métaux sur échantillon brut
M3-2		
M14-1		
M14-2	Qualifier plus précisément les substances polluantes présentes dans les sols dans lesquels des ordures ménagères ont été mises en évidence	Screening organique, phtalates

⁷ PID : Détecteur à Photo Ionisation qui indique la présence de Composés Organiques Volatils, de manière semi-quantitative en ppmV (partie par million pour un volume d'air pompé)



Légende :

- Limite de site
- Emprise du futur bâtiment du groupe scolaire
- Maille
- ☒ Sondage

Figure 3 : Maillage de la zone d'étude

Echelle : 1/600

Format A4

Affaire : SER15171-1

Date : 17/08/2015



Parc d'Activités de Ragon
3 rue Ampère
44119 Treillières



3.2.2.4. Résultats d'analyses

Les résultats d'analyses sont présentés dans les tableaux suivants, par catégorie des paramètres recherchés.

Les packs ISDI sont présentés dans un tableau séparé.

Les rapports d'essai d'analyses du laboratoire sont joints en annexe 2. Les normes analytiques du laboratoire y sont présentées.

Depuis les textes du Ministère de l'Environnement du 8 février 2007, nous n'utilisons plus de valeur guide. Dans le cas présent, les résultats devraient être comparés aux valeurs de l'état initial de l'environnement du site ou à l'état des milieux naturels voisins.

A titre indicatif, nous indiquons :

- Les valeurs seuil d'acceptation en ISDI (arrêté du 12 décembre 2014). Ces valeurs sont justifiées du fait des déblais prévus sur la zone ;
- Pour les métaux sur échantillon brut, la teneur haute de la gamme de valeur couramment observées dans les sols ordinaires (fond géochimique) d'après l'INRA⁸, ainsi que la teneur haute de la gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées.

Les phtalates n'existent pas à l'état naturel, leur seule présence dans les milieux est significative d'un impact anthropique.

⁸ INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

Tableau 2 : Résultats d'analyses des sols - Phtalates (mg/kg MB)

	M14-2
<i>Profondeur (m)</i>	1,5 - 3
Phtalates	
Diméthylphtalate (DMP)	< 0,1
Diéthylphtalate (DEP)	< 0,1
Di-n-butylphtalate (DBP)	0,84
Butylbenzylphtalate (BBP)	< 0,1
Bis-(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)	1,8
Di-n-octylphtalate (DNOP)	< 0,1

Commentaires :

Les résultats obtenus mettent en évidence la présence de DBP⁹ et de DEHP¹⁰ dans la couche de sols dans laquelle ont été mises en évidence des ordures ménagères.

Tableau 3-1 : Résultats d'analyses des sols - Screening organique semi-quantitatif (mg/kg MS)

	M14-2	
<i>Profondeur (m)</i>	1,5 - 3	
Substances recherchées / Classe de substances	Détection	Concentration (mg/kg MS)
Hydrocarbures C ₁₀ -C ₄₀	déTECTÉ	390
Composés Aromatiques Volatils (CAV dont BTEX)	non détecté	< 0,1
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)	non détecté	< 0,1
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	déTECTÉ	4,9
Phénols	non détecté	< 0,1
Phthalates	non détecté	< 0,1
Polychlorobiphényles (PCB)	non détecté	< 0,1
Pesticides	non détecté	< 0,1
Terpènes	non détecté	< 0,1
Ether	non détecté	< 0,1
Coupe pétrolière		
Type de coupe pétrolière	-	Paraffine

⁹ DBP : Di-n-butylphtalate

¹⁰ DEHP : Bis-(2-éthylhexyl)phtalate

**Tableau 3-2 : Résultats d'analyses des sols - Screening organique semi-quantitatif
 (mg/kg MS)**

	M14-2	
<i>Profondeur (m)</i>	<i>1,5 - 3</i>	
Composés détectés	N° CAS¹¹	Concentration (mg/kg MS)
10,18-Bisnorabieta-5,7,9(10),11,13-pentaene	6566-19-4	Non quantifiée
Tricosane	638-67-5	7,8
Phénanthrène, 1-méthyl-7-(1-méthylethyl)-	483-65-8	4,9
Tétracosane	646-31-1	19
Pentacosane	629-99-2	13
Hexacosane	630-01-3	26
Heptacosane	593-49-7	42
Octacosane	630-02-4	45
Nonacosane	630-03-5	46
Triacotane	638-68-6	60
Untriacontane	630-04-6	53
Dotriacontane	208-881-5	28
Tritriacontane	630-05-7	20
Tétratriacontane	14167-59-0	14
Pentatriacontane	630-07-9	8,8
Hexatriacontane	630-06-8	5,9

Commentaires :

Les résultats obtenus mettent en évidence :

- La présence d'hydrocarbures C₁₀-C₄₀ et d'HAP dans les sols dans lesquels ont été mises en évidence les ordures ménagères ;
- Des hydrocarbures présents de type paraffine (mélange d'alcane naturels ou résiduels issus de la distillation de pétrole) ;
- La présence de nombreux hydrocarbures de la famille des alcanes, à longues chaînes carbonées.

¹¹ Numéro CAS : numéro d'enregistrement unique d'une substance chimique dans la banque de données Chemical Abstracts Service

Tableau 4 : Résultats d'analyses des sols - Packs ISDI (mg/kg MS)

	Seuil ISDI 12/12/14(*)	M2-1	M3-2	M14-1
Profondeur (m)		0 - 0,5	0,5 - 1,5	0 - 1,5
Analyses sur lixiviat				
Fraction soluble (****)	4 000	< 1000	< 1000	< 1000
Fluorures (F)	10	< 10	< 10	< 10
Chlorures (Cl) (****)	800	< 100	< 100	< 100
Chrome (Cr) total	0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nickel (Ni)	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cuivre (Cu)	2	< 0,05	< 0,05	0,12
Zinc (Zn)	4	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Arsenic (As)	0,5	< 0,03	0,04	0,07
Sélénium (Se)	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cadmium (Cd)	0,04	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Baryum (Ba)	20	0,12	0,13	0,21
Plomb (Pb)	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Molybdène (Mo)	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Antimoine (Sb)	0,06	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Mercure (Hg)	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Indice phénols	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sulfates (SO4) (****)	1 000(**)	180	160	< 100
COT sur éluat (***)	500	< 29	46	46
pH éluat		7,4	8,1	7,6
Analyses sur brut				
BTEX	6	< 0,5	< 0,5	< 0,5
COT (****)	30 000	4 500	6 900	14 000
PCB	1	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Hydrocarbures C ₁₀ -C ₄₀	500	< 10	41	28
HAP	50	< 0,48	1,4	< 0,48

Remarque : Les cellules grisées avec les chiffres en gras correspondent aux concentrations supérieures à l'arrêté du 12/12/2014, les matériaux sont donc non inertes au sens de l'arrêté.

Les cellules non grisées avec les chiffres en gras correspondent aux concentrations supérieures à l'arrêté du 12/12/2014, cependant, conformément aux indications ci-dessous, les matériaux sont considérés comme inertes.

(*) : Les valeurs limites à respecter peuvent être adaptées par arrêté préfectoral dans les conditions spécifiques à l'article 10.

(**) : Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à une ration L/S=0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S=10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CENT/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S=0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S=10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CENT/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.

(***) : Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0. Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluat sur le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche.

(****) : Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.

Commentaires :

Les résultats obtenus mettent en évidence le caractère inerte des sols prélevés en M2-1, M3-2 et M14-2, et donc leur admissibilité en ISDI.

Tableau 5 : Résultats d'analyses des sols - Métaux sur échantillon brut (mg/kg MS)

	Max fond géoch INRA	Anomalies modérées INRA	M2-1	M3-2	M14-1
Profondeur (m)			0 - 0,5	0,5 - 1,5	0 - 1,5
Métaux sur échantillon brut					
Chrome (Cr) total	90	150	36	17	28
Nickel (Ni)	60	130	25	13	21
Cuivre (Cu)	20	62	30	19	37
Zinc (Zn)	100	250	94	67	110
Arsenic (As)	25	60	27	28	35
Sélénium (Se)	0,7	2	< 5	< 5	< 5
Cadmium (Cd)	0,45	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Baryum (Ba)			60	100	110
Plomb (Pb)	50	90	27	25	54
Molybdène (Mo)			< 10	< 10	< 10
Antimoine (Sb)			< 10	< 10	< 10
Mercure (Hg)	0,1	2,3	< 0,1	< 0,1	0,2

Remarque : Les cellules grisées avec les chiffres en gras indiquent des dépassements par rapport aux valeurs guides de référence.

Commentaires :

Les résultats obtenus mettent en évidence :

- Des anomalies en cuivre (échantillons M2-1 et M14-1), zinc (M14-1), arsenic (M2-1, M3-2 et M14-1), plomb (M14-1) et mercure (M14-1), avec des teneurs légèrement supérieures au fond géochimique de l'INRA.
Ces teneurs sont cependant toutes comprises dans la gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées établie par l'INRA ;
- Des teneurs conformes au fond géochimique de l'INRA pour les autres métaux sur échantillon brut analysés.

3.3. Investigations sur l'air du sol (A230)

3.3.1. Investigations et méthodologie sur l'air du sol

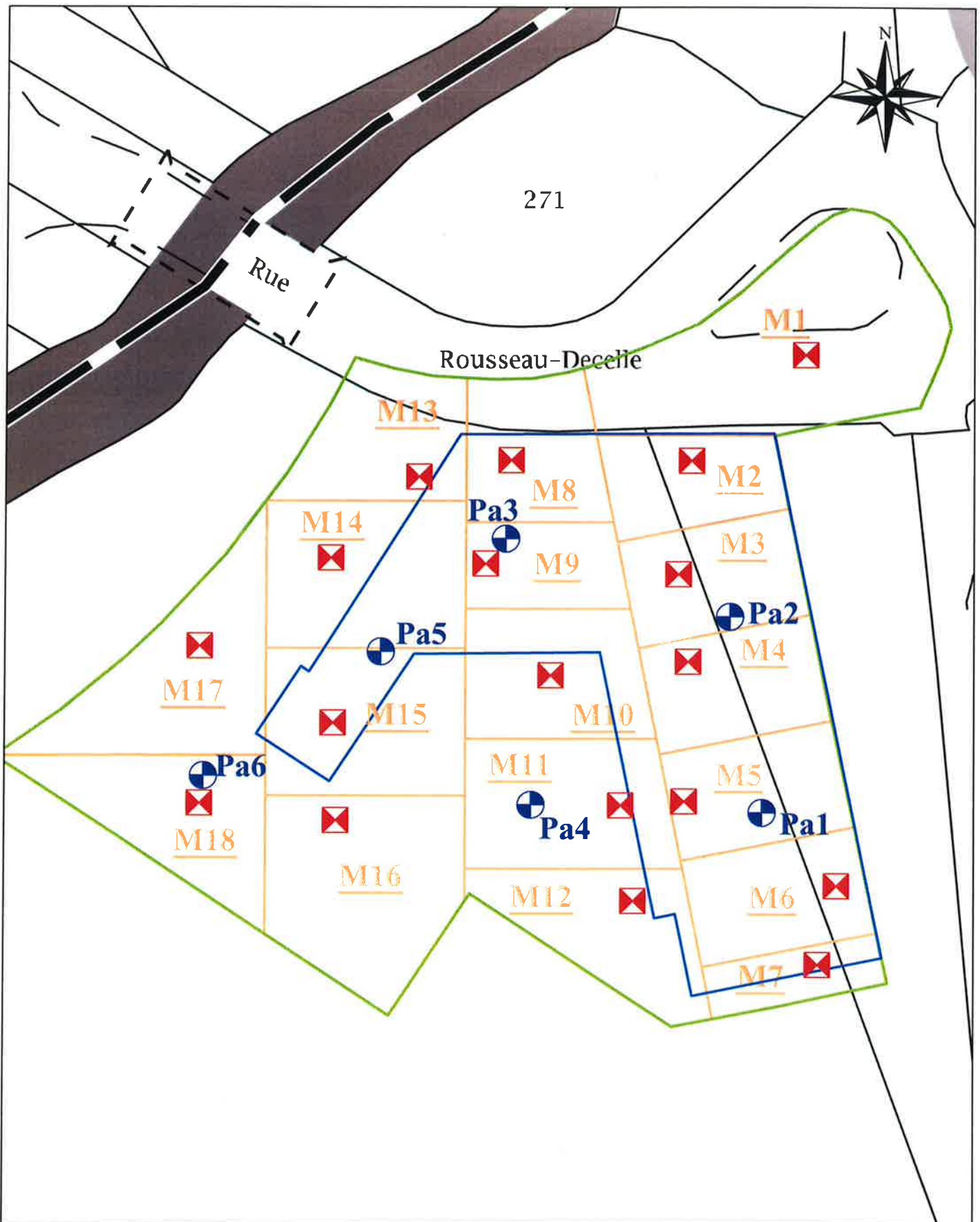
3.3.1.1. Investigations

Six sondages, nommés Pa1 à Pa6, ont été réalisés jusqu'à 2,5 m de profondeur et équipés en piézairs le 1^{er} juillet 2015 (figure 4).

Les piézairs ont été mis en place au droit des zones les plus fortement impactées découvertes en juin 2015 et également au droit du futur bâtiment du groupe scolaire, afin de caractériser le dégazage des sols.

La campagne de prélèvements d'air du sol a été réalisée les 7 et 8 juillet 2015, soit six jours après la mise en place des piézairs, afin d'atteindre un équilibre gazeux dans les ouvrages.

La planche photographique des investigations réalisées est présentée en annexe 3.



Légende :

- Limite de site
- Emprise du futur bâtiment du groupe scolaire
- Maille
- ☒ Sondage
- ⊕ Piézair

Figure 4 : Localisation des piézairs

Echelle : 1/600

Format A4

Affaire : SER15171-1

Date : 17/08/2015



Parc d'Activités de Ragon
3 rue Ampère
44119 Treillières

3.3.1.2. Méthodologie

■ Mise en place des piézairs

Les piézairs ont été réalisés au carottier portatif à percussion équipé de gouges dans les règles de l'art, jusqu'à 2,5 m de profondeur. Pour la majorité, ils ont été équipés de la manière suivante :

- Tube plein PEHD¹² (24/32 mm) : de 0 à -1 m ;
- Tube crépiné PEHD (24/32 mm) : de -1 m à 2,5 m ;
- Argile gonflante (bentonite) : de -0,3 à -0,7 m ;
- Massif filtrant (gravette) : de -0,7 à -2,5 m ;
- Bouchon de tête avec cimentation et bouche à clef.

Les coupes des piézairs sont présentées en annexe 4.

Remarque : Lors de la réalisation des sondages, des échantillons de sols ont été prélevés. Des analyses de granulométrie et de COT¹³ ont été effectuées afin de pouvoir modéliser le transfert des polluants de l'air du sol vers l'air ambiant, dans le cadre de l'EQRS¹⁴. Les résultats d'analyses sont présentés dans l'EQRS en annexe 8.

■ Prélèvements d'air du sol

Les prélèvements ont été réalisés selon la norme AFNOR NF ISO 10381-7 relative aux prélèvements et échantillonnages des gaz du sol.

Chaque prélèvement a été réalisé à l'aide d'une pompe Gilair calibrée pour un débit de 0,2 ou 0,5 l/min, adapté aux supports de prélèvement. Les temps de prélèvement ont été de 60 à 120 minutes. Ils ont été calculés en fonction des seuils requis pour la réalisation de l'EQRS.

Une purge des ouvrages d'environ trois fois leur volume a été réalisée.

Toutes les informations relatives aux prélèvements d'air du sol ont été reportées sur une fiche présentée en annexe 5.

¹² PEHD : PolyEthylène Haute Densité

¹³ COT : Carbone Organique Total

¹⁴ EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

Les échantillons d'air du sol ont été conditionnés temporairement à l'abri de la lumière dans une glacière réfrigérée. Ils ont ensuite été expédiés le 8 juillet 2015 par transporteur en laboratoire d'analyses : Laboratoire WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38), accrédité par le COFRAC pour les analyses recherchées.

L'ensemble des opérations a été réalisé par du personnel qualifié de SEREA, spécialisé et habilité pour intervenir sur les sites et sols pollués.

3.3.2. Résultats des investigations sur l'air du sol

3.3.2.1. Observations organoleptiques

Lors de la mise en place des piézaires, des constats organoleptiques de pollution (odeur, couleur, ...) ont été relevés dans les sols. Ils sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Observations organoleptiques

Ouvrage	Profondeur (m)	Observations organoleptiques
Pa3	1,5 - 2,3	Présence d'ordures ménagères
Pa4	1,4 - 2,4	Présence d'ordures ménagères, couleur grise, odeur de décomposition
Pa5	1,5 - 2,5	Présence d'ordures ménagères, couleur grise à noire, odeur de décomposition
Pa6	1,3 - 2,5	Présence d'ordures ménagères, couleur grise à noire, odeur de décomposition

Les mesures au PID¹⁵ réalisées dans les ouvrages avant leur purge indiquent la présence de composés organiques volatils :

- 0,7 ppmV dans Pa3 ;
- 0,6 ppmV dans Pa5 ;
- 2,4 ppmV dans Pa6.

¹⁵ PID : Détecteur à Photo Ionisation qui indique la présence de Composés Organiques Volatils, de manière semi-quantitative en ppmV (partie par million pour un volume d'air pompé)

3.3.2.2. Programme d'analyses

Dans le cadre de la campagne de mesures de l'air du sol, nous avons recherché les composés volatils détectés dans les sols lors du diagnostic de juin 2015, ainsi que les biogaz caractéristiques de la décomposition des ordures ménagères.

Tableau 7 : Programme d'analyses d'air du sol

Piézairs	Paramètres analysés
Pa1	HC ¹⁶ C ₅ -C ₁₆ , TPH ¹⁷ , naphthalène, CAV, COHV, Hg ¹⁸ gazeux, biogaz ¹⁹
Pa2	
Pa3	
Pa4	
Pa5	
Pa6	

Afin de s'assurer de l'absence de saturation des supports de prélèvement, les couches de contrôle ont également été analysées sur chacun des supports.

3.3.2.3. Résultats d'analyses

Les résultats d'analyses sont présentés dans les tableaux suivants, par catégorie des paramètres recherchés.

Le rapport d'essai d'analyses du laboratoire est joint en annexe 6. Les normes analytiques employées par le laboratoire y sont présentées.

Dans le cas présent, les résultats ne sont pas comparés à des valeurs seuils, ils sont utilisés pour la réalisation de l'EQRS.

¹⁶ HC : Hydrocarbures

¹⁷ TPH : Répartition des fractions carbonées aliphatiques et aromatiques

¹⁸ Hg : Mercure

¹⁹ Biogaz : méthane, dioxyde de carbone, oxygène, sulfure d'hydrogène, azote et monoxyde de carbone

Tableau 8-1 : Résultats d'analyses d'air du sol (mg/m³)

Usage futur de la zone	Date de prélèvement					
	Pa1	Pa2	Pa3	Pa4	Pa5	Pa6
	7 et 8/07/2015					
Composés Aromatiques Volatils (CAV)						
Benzène	< 0,008	< 0,008	0,140	< 0,036	0,052	0,200
Toluène	< 0,010	0,008	0,025	0,033	0,023	0,025
Ethylbenzène	< 0,008	< 0,008	0,008	0,013	< 0,008	0,013
m-, p-Xylène	< 0,013	0,060	0,028	0,088	0,022	0,045
o-Xylène	0,016	0,050	< 0,027	0,061	< 0,027	< 0,057
Xylènes	0,016	0,110	0,028	0,149	0,022	0,045
Cumène	0,011	0,028	< 0,008	0,017	0,025	0,025
m-, p-Ethyltoluène	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	< 0,008	0,015	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
o-Ethyltoluène	< 0,008	0,017	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	< 0,008	0,042	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Somme des CAV	0,028	0,217	0,200	0,215	0,122	0,317
Indice hydrocarbures volatils C₅-C₁₆						
Indice hydrocarbures (C ₅ -C ₁₀)	8,174	9,828	31,736	36,415	40,038	56,786
Somme des C ₅	< 0,131	< 0,133	9,020	7,780	6,840	10,021
Somme des C ₆	< 0,131	< 0,133	1,186	1,986	1,268	2,505
Somme des C ₇	0,132	< 0,133	7,684	6,455	3,670	8,518
Somme des C ₈	0,703	0,450	5,178	6,290	8,341	11,357
Somme des C ₉	2,289	2,332	5,178	8,276	10,510	14,363
Somme des C ₁₀	5,068	6,996	2,673	6,290	10,176	9,854
Somme des C ₁₁	0,278	0,466	< 0,134	0,146	0,367	0,140
Somme des C ₁₂	< 0,131	< 0,133	< 0,134	0,157	< 0,133	< 0,134
Somme des C ₁₃	< 0,131	< 0,133	< 0,134	< 0,132	< 0,133	< 0,134
Somme des C ₁₄	< 0,131	< 0,133	< 0,134	< 0,132	< 0,133	< 0,134
Somme des C ₁₅	< 0,131	< 0,133	< 0,134	< 0,132	< 0,133	< 0,134
Somme des C ₁₆	< 0,131	< 0,133	< 0,134	< 0,132	< 0,133	< 0,134
Répartitions des fractions carbonées (TPH)						
Hydrocarbures aliphatiques C ₅ -C ₆	< 0,080	< 0,083	1,592	15,194	11,526	19,873
Hydrocarbures aliphatiques C ₆ -C ₇	0,176	0,133	2,865	3,172	2,339	5,299
Hydrocarbures aliphatiques C ₇ -C ₈	1,486	1,162	8,278	6,679	7,517	13,249
Hydrocarbures aliphatiques C ₈ -C ₉	5,272	4,812	4,776	5,343	11,359	14,242
Hydrocarbures aliphatiques C ₉ -C ₁₀	10,065	14,105	1,528	2,171	5,011	9,771
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₀ -C ₁₁	3,834	6,803	0,143	0,184	0,986	0,530
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₁ -C ₁₂	0,240	0,697	0,143	0,134	0,100	< 0,083
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₂ -C ₁₃	< 0,080	< 0,083	< 0,080	< 0,083	< 0,084	< 0,083
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₃ -C ₁₄	< 0,080	< 0,083	< 0,080	< 0,083	< 0,084	< 0,083
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₄ -C ₁₅	< 0,080	< 0,083	< 0,080	< 0,083	< 0,084	< 0,083
Hydrocarbures aliphatiques C ₁₅ -C ₁₆	< 0,032	< 0,033	0,159	0,033	0,067	0,265
Hydrocarbures aromatiques C ₇ -C ₈	< 0,032	< 0,033	< 0,032	< 0,033	< 0,033	0,033
Hydrocarbures aromatiques C ₈ -C ₉	0,048	0,216	0,048	0,117	0,050	0,116
Hydrocarbures aromatiques C ₉ -C ₁₀	0,064	0,199	< 0,032	< 0,033	< 0,033	0,050
Hydrocarbures aromatiques C ₁₀ -C ₁₁	< 0,032	< 0,033	< 0,032	< 0,033	< 0,033	< 0,033
Hydrocarbures aromatiques C ₁₁ -C ₁₂	< 0,032	< 0,033	< 0,032	< 0,033	< 0,033	< 0,033
Hydrocarbures aromatiques C ₁₂ -C ₁₃	< 0,032	< 0,033	< 0,032	< 0,033	< 0,033	< 0,033
Hydrocarbures aromatiques C ₁₃ -C ₁₄	< 0,032	< 0,033	< 0,032	< 0,033	< 0,033	< 0,033
Hydrocarbures aromatiques C ₁₄ -C ₁₅	< 0,032	< 0,033	< 0,032	< 0,033	< 0,033	< 0,033
Hydrocarbures aromatiques C ₁₅ -C ₁₆	< 0,032	< 0,033	< 0,032	< 0,033	< 0,033	< 0,033
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)						
Naphtalène	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Mercure						
Mercure (Hg)	< 0,006	< 0,006	< 0,007	< 0,006	< 0,007	< 0,007

Remarque : Les cellules avec les chiffres en gras indiquent des teneurs supérieures aux limites de quantification du laboratoire.

Tableau 8-2 : Résultats d'analyses d'air du sol (mg/m³)

Date de prélèvement		7 et 8/07/2015					
Usage futur de la zone	Pa1	Pa2	Pa3	Pa4	Pa5	Pa6	
	Futur bâtiment	Futur bâtiment	Futur bâtiment	Future cour	Futur bâtiment	Futur parking	
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)							
Chlorure de vinyle	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	
Dichlorométhane	< 0,008	< 0,008	< 0,055	< 0,086	< 0,008	< 0,008	
cis-1,2-Dichloroéthylène	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,023	
trans-1,2-Dichloroéthylène	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,018	
Trichlorométhane	< 0,008	< 0,008	< 0,367	< 0,314	< 0,115	< 0,384	
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	
Tétrachlorométhane	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	
Trichloroéthylène	< 0,008	< 0,008	< 0,008	0,013	0,008	< 0,030	
Tétrachloroéthylène	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	
1,1-Dichloroéthane	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	
1,1-Dichloroéthylène	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	
1,2-Dichloroéthane	< 0,008	< 0,008	< 0,012	< 0,008	< 0,008	< 0,008	
<i>Somme des COHV</i>	-/-	-/-	-/-	0,013	0,008	-/-	

Remarque : Les cellules avec les chiffres en gras indiquent des teneurs supérieures aux limites de quantification du laboratoire.

Tableau 8-3 : Résultats d'analyses d'air du sol (% et mg/m³)

Usage futur de la zone	Date de prélèvement	Pa1	Pa2	Pa3	Pa4	Pa5	Pa6
		Futur bâtiment	Futur bâtiment	Futur bâtiment	Future cour	Futur bâtiment	Futur parking
Méthane (CH ₄)	% vol	< 0,1	< 0,1	24,8	30,2	20,7	38,8
	mg/m ³	< 714	< 714	177143	215714	147857	277143
Dioxyde de carbone (CO ₂)	% vol	11	6	14	13	16	23
	mg/m ³	216071	117857	275000	255357	314286	451786
Oxygène (O ₂)	% vol	13,4	16,7	0,3	0,2	0,3	0,5
	mg/m ³	191429	238571	4286	2857	4286	7143
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	% vol	< 1	< 1	2	1	< 1	12
	mg/m ³	< 1,5	< 1,5	3	1,5	< 1,5	18
Azote (N ₂)	% vol	75,6	77,3	60,9	56,6	63	37,7
	mg/m ³	945000	966250	761250	707500	787500	471250
Monoxyde de carbone (CO)	% vol	0	0	6	6	4	7
	mg/m ³	0	0	7,5	7,5	5,0	8,8

Remarque : Les cellules avec les chiffres en gras indiquent des teneurs supérieures aux limites de quantification du laboratoire.

Commentaires :

Les résultats d'analyses mettent en évidence :

- La présence de traces d'hydrocarbures C₇ à C₁₁ dans les piézairs Pa1 et Pa2 et de traces d'hydrocarbures C₅ à C₁₂ dans les piézairs Pa3 à Pa6. Les fractions sont majoritairement aliphatiques. L'impact le plus fort est observé dans l'air du sol du Pa6 ;
- La présence de traces de CAV dans les six piézairs. L'impact le plus élevé est observé dans l'air du sol du Pa6 ;
- L'absence de trace de naphtalène dans les six piézairs. Les teneurs sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire ;
- L'absence de trace de mercure dans les six piézairs. Les teneurs sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire ;
- La présence de faibles traces de trichloroéthylène dans les piézairs Pa4 et Pa5, avec des teneurs proches de la limite de quantification du laboratoire. En raison du fort impact par des hydrocarbures aliphatiques, certaines limites de quantification des COHV sont élevées ;
- Concernant les biogaz :
 - La présence de dioxygène, dioxyde de carbone et azote dans les six piézairs, avec des teneurs en oxygène et azote plus élevées dans les ouvrages Pa1 et Pa2, où les déchets d'ordures ménagères n'ont pas été rencontrés ;
 - La présence de dioxyde de carbone dans les six piézairs avec des teneurs comprises entre 6 et 23 %. Les teneurs sont plus élevées lorsque les déchets d'ordures ménagères sont présents (Pa3 à Pa6) ;
 - La présence de méthane, de sulfure d'hydrogène et de monoxyde de carbone dans les quatre piézairs Pa3 à Pa6, indiquant que les ordures ménagères de la décharge sont encore en décomposition.

Remarque 1 : Le méthane présente un risque d'explosivité dès que sa concentration dans l'air ambiant se situe entre sa LIE²⁰, soit 5 %, et sa LSE²¹, c'est-à-dire 15,4 %.

Les résultats d'analyses des piézairs mettent donc en évidence l'absence de risque d'explosivité lié au méthane.

²⁰ LIE : Limite Inférieure d'Explosivité

²¹ LES : Limite Supérieure d'Explosivité



Le sulfure d'hydrogène présente un risque d'explosivité dès que sa concentration dans l'air ambiant se situe entre sa LIE, soit 4 %, et sa LSE, c'est-à-dire 46 %.

Les résultats d'analyses des piézairs mettent donc en évidence un risque d'explosivité lié au sulfure d'hydrogène au droit de l'ouvrage Pa6, en cas de présence d'un comburant (oxygène) et d'une source d'énergie.

Remarque 2 : Les résultats d'analyses obtenus sur les couches de contrôle des supports de prélèvement mettent en évidence l'absence de saturation des supports. Les teneurs sont toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

4 - Synthèse des investigations de juin et juillet 2015

Le diagnostic de pollution des sols réalisé en juin 2015 a mis en évidence deux zones distinctes (figure 5) :

- **Zone Est** (mailles M1 à M7 et M12), terrain constitué d'une couche de remblais avec des déchets de démolition (béton, ferraille, verre, ...), entre environ 1,5 et 2,5 m, présentant des anomalies en métaux sur échantillon brut ;
- **Zone Ouest** (mailles M8 à M11 et M13 à M18), terrain constitué d'une couche de remblais gris à noirs avec des ordures ménagères (plastique, tissu, verre, ...), entre environ 1,5 et 3 m, présentant des impacts en hydrocarbures C₁₀-C₄₀, HAP, CAV (pseudocumène), cyanures totaux, PCB, métaux sur échantillon brut. D'après nos résultats, la couche de sables sous-jacents est moins impactée par les substances analysées.

Le diagnostic approfondi réalisé en juillet 2015 a permis de mettre en évidence la présence de phtalates et de différents alcanes dans les sols contenant des ordures ménagères.

Il a également mis en évidence le caractère inerte des futurs déblais de la partie Nord du site et leur admissibilité en ISDI. A noter toutefois que ces terres présentent des anomalies en métaux sur échantillon brut, avec des teneurs supérieures au fond géochimique de l'INRA.

Les six piézaires mis en place au droit de zones impactées et au droit du futur bâtiment ont permis de réaliser des prélèvements d'air du sol et de caractériser la volatilité des substances polluantes mises en évidence dans les sols.

Les mesures effectuées ont mis en évidence la présence de substances volatiles dans l'air du sol, susceptibles de se volatiliser dans l'air ambiant :

- Hydrocarbures C₅ à C₁₆ ;
- Certains CAV dont les BTEX ;
- Trichloroéthylène ;
- Biogaz dont le méthane et le sulfure d'hydrogène.

L'ouvrage le plus impacté est le piézair Pa6, localisé au Sud-Ouest du site, au droit de la zone de décharge d'ordures ménagères.

Figure 5 : Localisation des zones impactées, échelle 1/600

5 - Schéma conceptuel du projet d'aménagement

Véritable état des lieux du site considéré, le schéma conceptuel doit permettre de préciser les relations entre :

- Les sources de pollution ;
- Les différents milieux de transfert et leurs caractéristiques, ce qui détermine l'étendue des pollutions ;
- Les enjeux à protéger : les populations riveraines, les usages des milieux et de l'environnement, les milieux d'exposition et les ressources naturelles à protéger.

La construction du schéma conceptuel repose sur une collecte d'informations qui a nécessité des recherches documentaires, menées dans le cadre du diagnostic de pollution initial, et des campagnes de mesures (sols et air du sol) réalisées sur place.

Un schéma conceptuel a été établi pour rendre compte clairement et schématiquement de la pollution répertoriée sur le site.

5.1. Sources de pollution

Les sources de pollution identifiées dans les sols sont les suivantes (figure 4) :

- **Zone Est** (mailles M1 à M7 et M12), terrain constitué d'une couche de remblais avec des déchets de démolition (béton, ferraille, verre, ...), entre environ 1,5 et 2,5 m, présentant des anomalies en métaux sur échantillon brut ;
- **Zone Ouest** (mailles M8 à M11 et M13 à M18), terrain constitué d'une couche de remblais gris à noirs avec des ordures ménagères (plastique, tissu, verre, ...), entre environ 1,5 et 3 m, présentant des impacts en hydrocarbures C₁₀-C₄₀, HAP, CAV (pseudocumène), cyanures totaux, PCB, métaux sur échantillon brut. D'après nos résultats, la couche de sables sous-jacents est moins impactée par les substances analysées.

Des anomalies en métaux sur échantillon brut dans les futurs déblais de la partie Nord du site, en surface ont également été mises en évidence.

La présence de phtalates et de différents alcanes a également été mise en évidence dans les sols contenant des ordures ménagères.

Des impacts dans l'air du sol par des hydrocarbures C₅ à C₁₆, certains CAV dont les BTEX, du trichloroéthylène et certains biogaz ont été mis en évidence, principalement dans la zone où les déchets d'ordures ménagères sont présents.

5.2. Présentation du projet d'aménagement

Le projet d'aménagement du site (annexe 7) est un groupe scolaire composé de :

- Un bâtiment en L, de plain-pied, en R+2, localisé en partie Est et Nord-Est, accueillant des salles de classe, des salles de repos, une salle de motricité, des sanitaires, des halls d'accueil, un restaurant scolaire, une chaufferie, un local poubelles, etc... ;
- Une cour extérieure, recouverte dans son intégralité par de l'enrobé (BBSG²²), équipée de deux préaux ouverts ;
- Un parking extérieur, à l'Ouest du site, recouvert par du stabilisé (mélange de sables, d'argiles et de chaux compactés) ;
- Des cheminements piétons autour du bâtiment, recouvert de béton désactivé ou d'enrobé.

Le groupe scolaire accueillera environ trois cent trente élèves de maternelle et d'élémentaire, ainsi qu'une dizaine d'enseignants, six ATSEM²³ et du personnel municipal.

L'école propose un accueil périscolaire avant et après les heures de classe, ainsi qu'un accueil de loisirs les mercredis après-midi et durant les vacances scolaires.

Aucun usage des eaux souterraines n'est prévu au droit du site.

Aucun potager ou verger ne sera mis en place au droit du site.

²² BBSG : Béton Bitumineux Semi Grenu

²³ ATSEM : Agent Territorial Spécialisé des Ecoles Maternelles

5.3. Voies et milieux de transfert

Dans le cadre du projet d'aménagement, la voie de transfert potentielle est la suivante :

- L'air du sol : en raison de la présence de substances volatiles dangereuses dans l'air du sol, ce milieu est pris en compte ;

Les voies de transfert suivantes sont désactivées :

- Les poussières de sols, en raison de la mise en place d'un recouvrement de surface sur l'ensemble du site ;
- Les eaux souterraines, en raison de l'absence d'usage des eaux souterraines envisagé au droit du site ;
- Les fruits/légumes autoproduits, en raison de l'absence d'usage de potager et de verger envisagé au droit du site ;
- L'eau du réseau AEP²⁴ : en cas de mise en place d'une canalisation AEP au droit d'une zone polluée, toutes les mesures nécessaires afin d'éviter la diffusion de substances volatiles dans l'eau du réseau seront effectuées.

5.4. Enjeux à protéger, cibles potentielles

Le projet prévoit de réaliser un groupe scolaire au droit du site.

Les cibles considérées sont les élèves (enfants) et les personnes (adultes) travaillant dans le groupe scolaire et évoluant en extérieur au droit de la cour et du parking.

Aucun captage d'eaux souterraines à usage sensible n'est recensé en aval hydraulique immédiat du site.

Des activités récréatives et halieutiques sont pratiquées sur *L'Yon*, localisée à 20 m à l'Ouest du site, en aval hydraulique.

Le voisinage du site est constitué de jardins familiaux et de logements collectifs.

²⁴ AEP : Alimentation en Eau Potable

5.5. Analyse du schéma conceptuel

D'après la démarche ministérielle de février 2007, le schéma conceptuel est l'outil de réflexion primordial concernant les méthodes et les moyens à mettre en œuvre face à une problématique de pollution.

Dans le cas présent, les sources sols de pollution ne sont pas restreintes à l'emprise du site. L'emprise de la décharge s'étend hors de l'emprise du futur groupe scolaire. Cependant le plan de gestion se limite uniquement au site et aux futurs usages du projet.

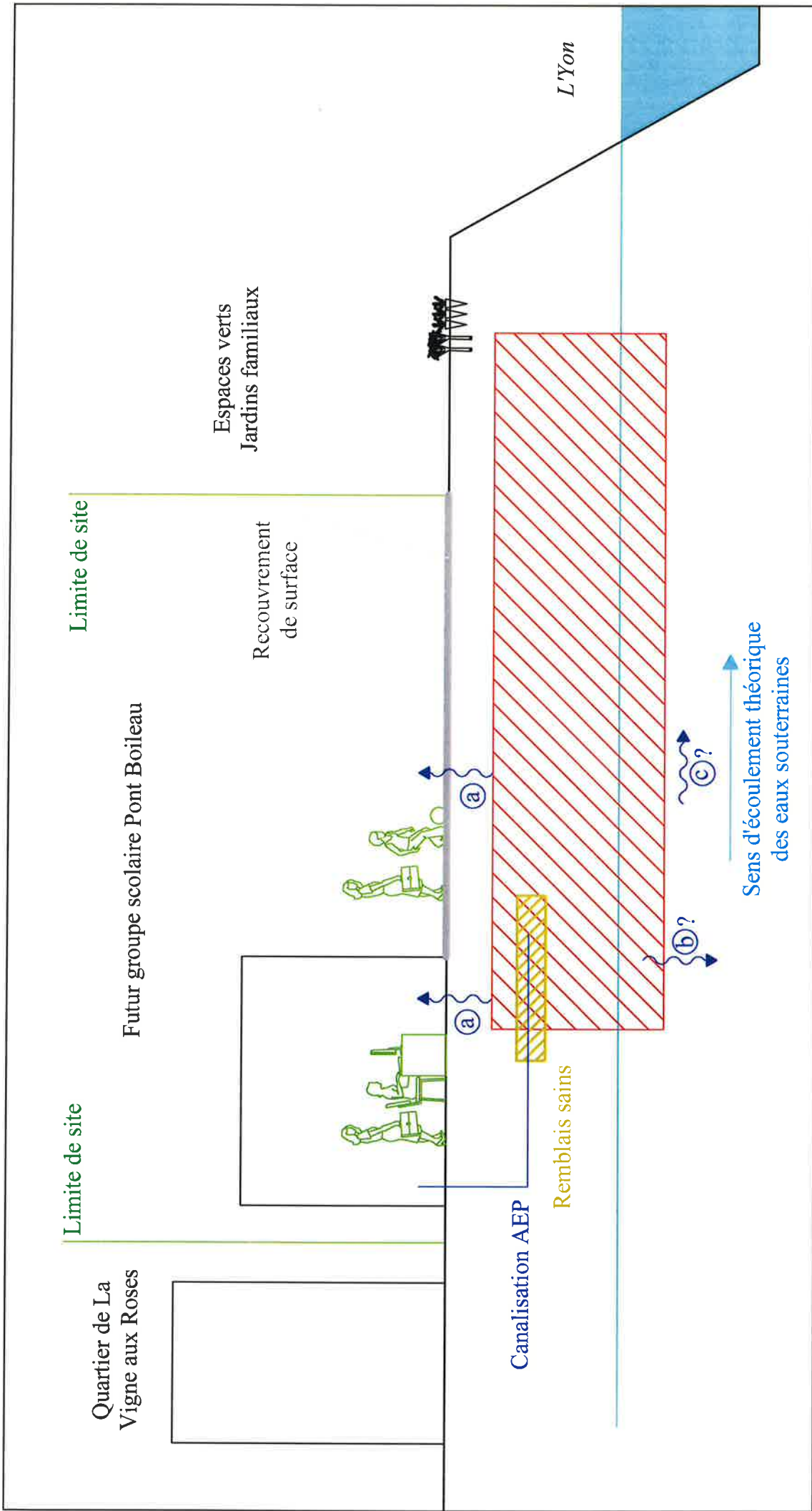
Les risques pris en compte dans ce plan de gestion n'intègrent pas la population et les usages hors site.

Les risques suivants peuvent être considérés pour les usagers du site :

- Via l'inhalation d'air à l'intérieur du futur groupe scolaire ;
- Via l'inhalation d'air à l'extérieur du futur groupe scolaire.

Une analyse des enjeux sanitaires, présentée dans le chapitre suivant, permettra de contrôler la présence/l'absence de risque inacceptable pour les futurs usagers du site.

Le schéma conceptuel du projet d'aménagement, incluant les mesures simples de gestion citées, est présenté sur la figure 6.



Légende :

Zones sources de pollution	Voies de transfert/exposition sur site	Cibles sur site
Terres polluées par de nombreuses substances liées à la présence d'ordures ménagères	a Volatilisation	Usagers du groupe scolaire
	b Infiltration	
	c Ecoulement	

Figure 6 : Schéma conceptuel du projet d'aménagement incluant les mesures simples de gestion

Echelle : - Format A4	
Affaire : SER15171-1	
Date : 17/08/2015	Parc d'Activités de Ragon 3 rue Ampère 44119 Treillières

6 - Synthèse de l'analyse des enjeux sanitaires (A320)

L'EQRS²⁵ a pour objet la quantification des risques pour les usagers du site, conformément à la méthodologie nationale.

L'EQRS est présentée en intégralité en annexe 8.

6.1. Identification des dangers - Schéma conceptuel d'exposition

Les risques sanitaires sont étudiés au droit du site du projet du groupe scolaire uniquement.

Les sources de danger identifiées dans le schéma conceptuel sont les polluants volatils présents dans les sols et l'air du sol.

Les voies de transfert des substances au droit du site sont l'air du sol puis l'air ambiant, en extérieur et en intérieur.

Les cibles retenues sont les futurs usagers du site, à savoir les élèves (enfants) et les personnes (adultes) travaillant dans le groupe scolaire et évoluant en extérieur au droit de la cour et du parking.

Ces usagers sont exposés aux substances polluantes via l'inhalation d'air intérieur et d'air extérieur d'après le schéma conceptuel incluant les mesures simples de gestion.

²⁵ EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

6.2. Caractérisation des risques

Considérant uniquement un risque par inhalation de substances présentes dans l'air ambiant, seuls les polluants volatils détectés et jugés pertinents ont été retenus dans la suite de l'étude.

Le choix des substances retenues dans les calculs a été réalisé en fonction de leur concentration dans l'air du sol, de leurs caractéristiques physico-chimiques et de l'existence de VTR²⁶.

Les polluants traceurs de risque retenus sont :

- Les hydrocarbures volatils C₅ à C₁₆ ;
- Certains CAV ;
- Le trichloroéthylène ;
- Le sulfure d'hydrogène.

Les concentrations maximales mesurées dans l'air du sol ont été retenues pour le calcul des risques sanitaires.

Les teneurs en polluant dans l'air extérieur ont été modélisées en prenant en compte :

- Pour un usage de parking : la présence de polluants à une profondeur de 40 cm, sous une couche de forme saine de 40 cm ;
- Pour un usage de cour : la présence de polluants à une profondeur de 40 cm, sous une couche d'enrobé de 10 cm et une couche de forme saine de 30 cm.

²⁶ VTR : Valeurs Toxicologiques de Référence

Les teneurs en polluant dans l'air intérieur ont également été modélisées pour un bâtiment de plain-pied sans vide sanitaire. Les principales dispositions constructives sont les suivantes :

- La présence de polluants à 1 m de profondeur ;
- Une couche de forme saine de 30 cm sur une couche de silts (terrain en place) de 46 cm ;
- Une dalle béton de 24 cm d'épaisseur ;
- Une pièce moyenne de dimension : $L = 10$ m, $l = 5$ m et $H = 2,7$ m ;
- Un taux de renouvellement d'air de 1 volume/heure²⁷.

Le calcul des DJE²⁸, puis des QD²⁹ et des ERI³⁰ pour les cibles retenues ont mis en évidence des risques inacceptables, pour les scénarios « *enseignant* » et « *élève* », liés à la présence de sulfure d'hydrogène.

Ainsi, les risques liés aux pollutions identifiées sont inacceptables pour les futurs usagers du site, pour les scénarios envisagés avec les dispositions constructives énoncées.

²⁷ Préconisation de l'Institut pour la Conception Eco-responsable du Bâti (ICEB)

²⁸ DJE : Dose Journalière d'Exposition

²⁹ QD : Quotient de Danger

³⁰ ERI : Excès de Risque Individuel

6.3. Modification des données d'entrée

La caractérisation des risques sanitaires a été réalisée avec les données majeures suivantes :

- Teneurs des substances maximales mesurées dans les six piézaires du site, quel que soit leur localisation ;
- Scénario « élève » majorant avec un enfant évoluant dans le groupe scolaire pour la classe et l'accueil de loisirs ;
- Scénario identique pour un élève de maternelle et un élève d'élémentaire ;
- Taux de ventilation de 1 volume/heure dans toutes les pièces.

Les calculs de risques ont été repris en modifiant ces paramètres.

6.3.1. Modification de la concentration en sulfure d'hydrogène

En modifiant la teneur en sulfure d'hydrogène dans la modélisation (concentration en Pa3, localisé au droit du futur bâtiment, au lieu de la concentration en Pa6, situé en extérieur, soit une teneur six fois plus faible), les risques deviennent acceptables.

Cependant, au regard de l'étendue de l'emprise de la décharge d'ordures ménagères, de l'hétérogénéité de la source de pollution, de la dégradation en cours des déchets et de la réalisation d'une seule campagne de prélèvements d'air du sol, cette approche n'est pas suffisamment conservatoire.

6.3.2. Modification du scénario « élève »

Les calculs de risques ont été repris en modifiant le budget espace-temps des élèves : l'élève évolue seulement dans le bâtiment dans le cadre scolaire (sans accueil de loisirs), soit 173 jours par an.

Dans ce contexte, les risques sont toujours inacceptables pour les futurs usagers du site.

6.3.3. Précisions sur les scénarios d'exposition et les dispositions constructives

Afin d'apporter des précisions aux modélisations, les calculs de risques ont été repris en modifiant :

- La distinction entre les élèves et enseignants de maternelle et d'élémentaire ;
- Le budget espace-temps des élèves et enseignants, en fonction des pièces principales du groupe scolaire ;
- Les dimensions et les taux de ventilation des pièces principales du groupe scolaire.

Malgré ces précisions, les risques sont toujours inacceptables pour les futurs usagers du site (élèves de maternelle).

6.4. Proposition de mesures compensatoires

Les calculs de risques ont été repris en modifiant les dispositions constructives du bâtiment. Un vide sanitaire a été ajouté sous le bâtiment.

Avec ces nouvelles dispositions, les risques deviennent acceptables.

En l'absence de travaux de dépollution des sols, afin de rendre compatible le projet d'aménagement avec la qualité des sols en place, il conviendrait de mettre en place un vide sanitaire et des mesures de gestion et de traitement des gaz accumulés.

6.5. Hypothèses et incertitudes

L'analyse des risques sanitaires repose sur des hypothèses et des incertitudes prises de manière raisonnablement conservatoire, concernant :

- L'identification des dangers et les concentrations dans les milieux sources ;
- La relation dose/réponse ;
- La modélisation des teneurs dans les milieux d'exposition / calculs des risques.

Elles permettent d'estimer un risque raisonnablement majorant.

L'ensemble de ces limites et incertitudes est détaillé en annexe 8.

Par ailleurs, en cas de découverte de sources de pollution lors des travaux d'aménagement, quel que soit le plan d'aménagement envisagé et les mesures de gestion mises en place, il conviendra de vérifier si les teneurs en polluants sont acceptables pour les futurs usages.

7 - Identification des options de gestion et bilan coûts/avantages (A330)

7.1. Méthodologie

Le plan de gestion permet d'agir aussi bien sur l'état du site et des milieux, par des actions sur les sources de pollution ou des aménagements appropriés visant à réduire les possibilités de mise en contact avec les pollutions, que sur les usages du site.

La mise au point d'un plan de gestion est basée sur un processus progressif et itératif entre :

- La connaissance des milieux et de leur état, des populations concernées et des ressources naturelles à protéger ainsi que le choix des usages dans le cas d'un projet de réhabilitation ;
- Les résultats de l'EQRS réalisée en fonction du projet d'aménagement ;
- Les contraintes réglementaires ;
- Les mesures de maîtrise des sources de pollution et les mesures de maîtrise des impacts ;
- Le devenir et la gestion des terres excavées ;
- Les différentes mesures de gestion : les actions de réhabilitation, les mesures de confinement, la régénération ou l'atténuation naturelle, les mesures constructives actives ou passives ;
- Les outils de conservation de la mémoire et de restriction d'usage ;
- Le contrôle et le suivi de l'efficacité des mesures de gestion.

Ce processus permet d'identifier les différentes options de gestion pertinentes sur un site.

7.2. Objectifs

En application des textes ministériels de février 2007, l'objectif de ce bilan est d'atteindre le meilleur niveau de protection de l'environnement humain et naturel, à un coût raisonnable, tout en évitant de mobiliser des ressources inutilement démesurées au regard des intérêts à protéger.

Nous rappelons qu'il convient en priorité d'étudier la possibilité d'éliminer les sources de pollution puis de désactiver les voies de transfert.

Les objectifs sont au minimum de gérer les impacts dans les sols, afin de diminuer les teneurs en polluants volatils, pour rendre les risques sanitaires acceptables pour les futurs usagers du site.

Le plan de gestion se limite uniquement à l'emprise et au projet du groupe scolaire. Il n'a pas vocation à proposer des mesures de réhabilitation et de suivi de l'ensemble de l'ancienne décharge.

7.3. Rappel des zones polluées

Les zones sources de pollution identifiées dans les sols sont les suivantes :

- **Zone Est** (mailles M1 à M7 et M12), terrain constitué d'une couche de remblais avec des déchets de démolition (béton, ferraille, verre, ...), entre environ 1,5 et 2,5 m, présentant des anomalies en métaux sur échantillon brut ;
- **Zone Ouest** (mailles M8 à M11 et M13 à M18), terrain constitué d'une couche de remblais gris à noirs avec des ordures ménagères (plastique, tissu, verre, ...), entre environ 1,5 et 3 m, présentant des impacts en hydrocarbures C₁₀-C₄₀, HAP, CAV (pseudocumène), cyanures totaux, PCB, métaux sur échantillon brut. D'après nos résultats, la couche de sables sous-jacents est moins impactée par les substances analysées.

Lors des investigations complémentaires, il a également été mis en évidence la présence de phtalates dans les remblais gris à noirs.

De plus, la terre végétale et les remblais silteux présents dans la couche de surface sur tout le site (entre 0 et 1,5 m de profondeur environ) présentent des anomalies en métaux sur échantillon brut.

7.4. Rappel du projet d'aménagement

Le projet d'aménagement du site est un groupe scolaire composé de :

- Un bâtiment en L, de plain-pied, en R+2, localisé en partie Est et Nord-Est, accueillant des salles de classe, des salles de repos, une salle de motricité, des sanitaires, des halls d'accueil, un restaurant scolaire, une chaufferie, un local poubelles, etc... ;
- Une cour extérieure, recouverte dans son intégralité par de l'enrobé (BBSG³¹), équipée de deux préaux ouverts ;
- Un parking extérieur, à l'Ouest du site, recouvert par du stabilisé (mélange de sables, d'argiles et de chaux compactés) ;
- Des cheminements piétons autour du bâtiment, recouverts de béton désactivé ou d'enrobé.

Le groupe scolaire accueillera environ 330 élèves de maternelle et d'élémentaire, ainsi qu'une dizaine d'enseignants, six ATSEM³² et du personnel municipal.

L'école propose un accueil périscolaire avant et après les heures de classe, ainsi qu'un accueil de loisirs les mercredis après-midi et durant les vacances scolaires.

Aucun usage des eaux souterraines n'est prévu au droit du site.

Aucun potager ou verger ne sera mis en place au droit du site.

³¹ BBSG : Béton Bitumineux Semi Grenu

³² ATSEM : Agent Territorial Spécialisé des Ecoles Maternelles

7.5. Proposition de mesures de gestion des zones polluées

Au regard des deux types d'impact mis en évidence au droit du site, et en fonction du projet d'aménagement envisagé, nous proposons plusieurs mesures de gestion des terres impactées.

D'un point de vue sanitaire, la présence de sulfure d'hydrogène, dans les remblais gris à noirs avec des ordures ménagères en décomposition, engendre des risques pour les usagers du site, via l'inhalation d'air à l'intérieur du groupe scolaire, selon les mesures constructives et les scénarios pris en compte dans les calculs.

Les terres de surface et les remblais avec des déchets de démolition (béton, ferraille, verre, ...) ne posent quant à eux pas de problème sanitaire à condition qu'ils soient recouverts pour empêcher tout contact direct (présence de métaux). Ces sols peuvent rester en place ou être réutilisés en remblais extérieurs sous un recouvrement. Aucune autre mesure de gestion n'est proposée pour cette zone polluée.

Concernant la zone polluée par des ordures ménagères, nous éliminons les mesures de gestion suivantes :

Tableau 9 : Mesures de gestion non applicables aux ordures ménagères

Mesures de gestion	Avantages	Inconvénients
Maintien des ordures ménagères sous le bâtiment	Coût faible	Risques sanitaires inacceptables pour les usagers du site Accumulation potentielle des biogaz dans les salles du groupe scolaire
Traitement sur site ou in situ des ordures ménagères	Bilan environnemental satisfaisant	Longue durée de traitement Incertitudes sur le rendement Certains déchets non biodégradables
Elimination totale et évacuation des ordures ménagères	Absence de pollution résiduelle Risques sanitaires acceptables	Coût très élevé Etendue de la décharge au-delà de la zone de projet du groupe scolaire

Du fait de l'étendue de la décharge au-delà du site et de la compatibilité au niveau des zones extérieures, les mesures de gestion concernent uniquement la zone de bâti.

Nous proposons donc les mesures de gestion suivantes :

- Scénario① : élimination ponctuelle de la zone source sous le futur bâtiment, préaux inclus, avec une marge de sécurité de 2 m, et évacuation hors site des terres polluées ;
- Scénario② : élimination ponctuelle de la zone source sous le futur bâtiment, préaux inclus, avec une marge de sécurité de 2 m, et gestion des terres polluées en déblais/remblais sur site.

Une marge de sécurité de 2 m de dépollution est considérée autour du bâtiment, au niveau de la zone de déchets d'ordures ménagères, afin de limiter tous les phénomènes de diffusion et de convection qui pourraient entraîner un dégazage des polluants dans le bâtiment.

7.5.1. Définition des zones polluées

Le tableau suivant présente les caractéristiques des zones polluées mises en évidence.

Les zones de pollution ainsi que l'emprise du bâtiment et de la marge de sécurité sont présentées sur la figure 7.

Tableau 10 : Estimation du volume de terres polluées

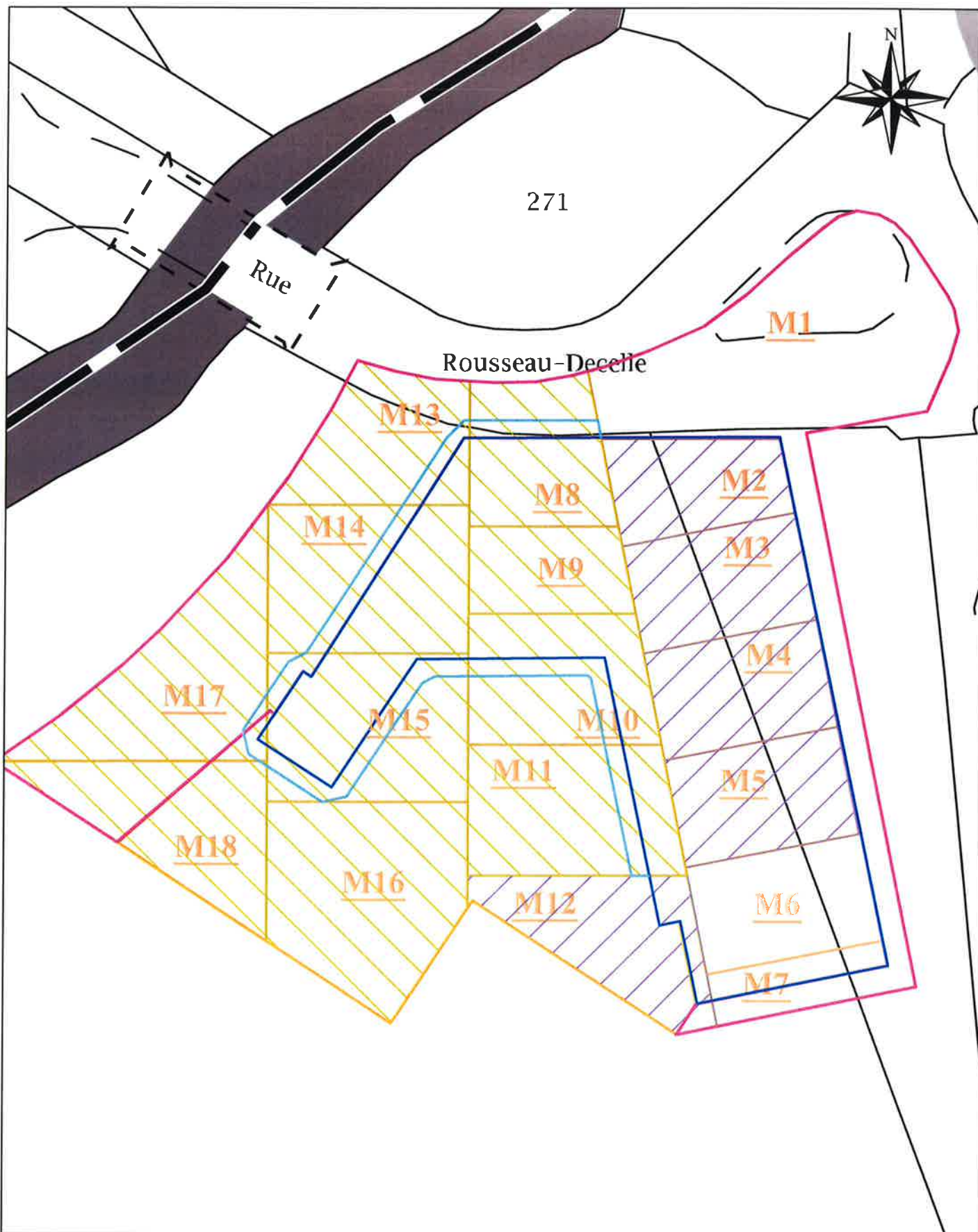
Zone de pollution	Polluants présents	Hauteur estimée (m / TN ³³)	Surface estimée concernée par le bâtiment et la marge de 2 m (m ²)	Volume* estimé de terres polluées (m ³)	Quantité** estimée de terres polluées (t)
Zone Est Mailles M1 à M7 et M12	Métaux lourds	Entre 1,5 et 2,5	Non concernée		
Zone Ouest Mailles M8 à M11 et M13 à M18	Hydrocarbures C ₁₀ -C ₄₀ HAP CAV (pseudocumène) Cyanures totaux PCB Métaux lourds Phtalates	Entre 1,5 et 3	190 en M8 180 en M9 190 en M10 95 en M11 40 en M13 220 en M14 230 en M15 15 en M17	1 750	2 625
			1 160 au total		

* Volume estimé non foisonné

** Un facteur de 1,5 a été considéré pour la densité et le foisonnement des sols et des ordures ménagères

Ainsi, il est estimé un volume total d'environ 1 750 m³, soit environ 2 625 tonnes de terres pour la gestion de la zone polluée par des ordures ménagères au niveau du bâtiment.

³³ TN : Terrain Naturel



Légende :








	Présence de déchets de démolition
	Présence d'ordures ménagères
	Mailles
	Emprise du bâtiment
	Emprise de la marge de 2 m
	Emprise de la cour
	Emprise des espaces extérieurs (parking, voirie)

Figure 7 : Superposition du projet et des mailles impactées	
Echelle : 1/600 Format A4	
Affaire : SER15171-1	
Date : 17/08/2015	
 Parc d'Activités de Ragon 3 rue Ampère 44119 Treillières	

7.5.2. Mesures de gestion des zones sources de pollution

Les mesures de gestion suivantes des terres impactées par la décharge d'ordures ménagères peuvent être proposées :

- Scénario① : élimination ponctuelle de la zone source sous le futur bâtiment, préaux inclus, avec une marge de sécurité de 2 m, et évacuation hors site des terres polluées ;
- Scénario② : élimination ponctuelle de la zone source sous le futur bâtiment, préaux inclus, avec une marge de sécurité de 2 m, et gestion des terres polluées en déblais/remblais sur site.

■ Scénario①

L'élimination des terres polluées hors site consiste à les évacuer en centre de stockage agréé, après l'obtention d'un CAP³⁴.

Cette solution présente l'avantage d'éliminer directement les terres polluées.

Dans le cas présent, les quantités sont importantes. Cette option nécessite un nombre important de camions. En considérant une quantité d'environ 30 tonnes par camion et un facteur 1,5 incluant la densité et le foisonnement des matériaux, le nombre total de rotations nécessaires pour évacuer les 1 750 m³ de terres polluées est estimé à environ 88 camions.

Nous estimons, d'après les analyses réalisées, que les déblais pollués pourraient être évacués en ISDND³⁵, sous réserve d'obtention du CAP.

En considérant un prix d'évacuation des terres vers cette filière (traitement et transport compris), estimé à environ 80 € HT la tonne, **le coût lié à l'élimination des terres polluées hors site serait d'environ 210 K€ HT, hors terrassement et remblaiement.**

L'ensemble des terres polluées sous l'emprise du bâtiment, préaux inclus, avec une marge de sécurité de 2 m, serait ainsi évacué.

Cette solution simplifie la mise en place des fondations (pieux, massifs, longrines) car les terres terrassées lors des fondations ne seront plus impactées.

³⁴ CAP : Certificat d'Acceptation Préalable

³⁵ ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux

■ Scénario②

Au regard de l'étude sanitaire et du schéma conceptuel, les terres polluées peuvent être réutilisées en remblais sur site, sous la cour, le parking ou de la voirie, sous réserve de :

- La réutilisation des terres polluées en déblais sur l'emprise de l'ancienne décharge uniquement, excepté au droit d'usage sensible (jardins familiaux) ;
- La place suffisante (environ 2 000 m²) pour confiner ces terres polluées en conservant une couche d'au minimum 50 cm de remblais sains sus-jacents ;
- La pose d'un géotextile aux interfaces remblais sains et terres polluées en cas d'excavation pour conserver la mémoire des couches de sols ;

Hors mise en place des mesures simples de gestion, des restrictions d'usage et du réaménagement, **le coût global de cette option est estimée à environ 52,5 K€ HT** (20 €/HT la tonne).

Cette solution semble impossible dans la configuration actuelle des aménagements autour du site.

Nous rappelons qu'il est impossible de réaliser un confinement des ordures ménagères en dehors de l'emprise de l'ancienne décharge. Cela supposerait d'instruire un dossier spécifique d'ouverture de décharge auprès de l'administration.

7.6. Bilans coûts-avantages

Le bilan coûts-avantages des modes de gestions des terres polluées est présenté ci-après.

Tableau 11 : Bilan coûts/avantages

Technique	Avantages	Inconvénients	Coût estimatif* (K€ HT)	Optimisation possible
① Evacuation hors site en filière agréée type ISDND, sous réserve d'acceptation préalable (1 750 m ³ non foisonné estimé soit environ 2 625 tonnes)	Solution rapide. Elimination et transport directs des terres. Absence d'aire de stockage, ou limité dans le temps.	Coût très élevé. Bilan environnemental peu satisfaisant.	210	Tri des matériaux en phase travaux
② Gestion des terres polluées en déblais/remblais sur site (1 750 m ³ non foisonné estimé soit environ 2 625 tonnes)	Coût moins élevé. Pas de transport routier extérieur.	Bilan environnemental peu satisfaisant. Mise en place de mesures simples de gestion. Mise en place de restrictions d'usage. Mise en place d'un réseau piézométrique suffisant et d'une surveillance semestrielle de la qualité des eaux souterraines pour la partie confinement.	52,5	Tri des matériaux en phase travaux

* : Hors coût de terrassement et de remblaiement pour la réalisation du bâtiment et de suivi de travaux

D'après les investigations menées, les résultats de l'EQRS et le projet d'aménagement du site, il existe une problématique de terres polluées au droit du site. Le bilan coûts-avantages nous a permis de mettre en évidence différentes techniques pour leur gestion.

Nous préconisons la mesure de gestion suivante :

- **Scénario ①** : élimination ponctuelle de la zone source sous le futur bâtiment, préaux inclus, avec une marge de sécurité de 2 m, et évacuation hors site des terres polluées.

Le montant de cette mesure est estimé à environ 210 K€ HT.

Nous rappelons que le plan de gestion s'inscrit dans une démarche itérative. En fonction de l'évolution du suivi de travaux et du schéma conceptuel, il est possible de proposer d'autres mesures.

Nous indiquons à titre indicatif le détail du montant de ces opérations :

Tableau 12 : Montant des opérations

Opération	Quantité	Coût unitaire (€ HT)	Coût total (€ HT)
Terrassement des terres polluées	1 750 m ³	5	8 750
Evacuation et stockage des terres polluées en ISDND, sous réserve d'acceptation préalable	2 625 t	80	210 000
Pose d'un géotextile	2 650 m ²	5	13 250
Remblaiement avec des matériaux sains issus de carrière et compactage	1 750 m ³	30	52 500
Total			284 500

7.7. Maîtrise des voies de transfert

En fonction de la mesure de gestion choisie, la voie de transfert des eaux souterraines devra faire l'objet de suivis, afin de s'assurer de la qualité du milieu.

La voie de transfert de l'air du sol devra être contrôlée à la fin des travaux, au droit du projet.

Afin d'éviter l'ingestion de sols et l'inhalation de poussières (présence de certains métaux sur échantillon brut dans les remblais de surface), nous préconisons le recouvrement total du site par de la voirie, terre végétale, pavés, béton,

En cas de mise en place d'une canalisation AEP au droit d'une zone polluée, toutes les mesures nécessaires seront mises en place afin d'éviter la diffusion de substances volatiles.

7.8. Mise en place de servitudes ou de restrictions d'usage

En lien avec les mesures constructives mentionnées, avec les prescriptions du PLU³⁶ et les mesures de gestion retenues, des restrictions d'usage doivent être instituées afin de garantir dans le temps le respect de ces règles et recommandations. Les objectifs de ces restrictions d'usage sont les suivants :

- L'assurance de la protection de la santé humaine et de l'environnement au cours du temps (dont les éventuelles précautions pour la réalisation de travaux, passage de canalisation, etc.) ;
- L'assurance qu'une éventuelle modification de l'usage ne sera possible que si elle est conforme aux définitions des servitudes ou si elle s'accompagne de nouvelles études et/ou de travaux garantissant la compatibilité avec cet usage ;
- La protection de l'aménageur du site lors d'éventuels changements d'usage des sols qui ne seraient pas de son fait. Ces éventuels changements d'usage de site pourraient résulter par exemple de modifications de la politique local d'urbanisme ou de décisions de propriétaires successifs du site ;
- La pérennité de la maintenance ou la surveillance du site.

Suivant les mesures de réhabilitation qui seront réalisées, les restrictions d'usage concernent :

- L'utilisation des sols en définissant les autorisations et interdictions concernant le type d'activités et de construction ;
- L'utilisation du sous-sol en définissant les procédures à respecter en cas d'affouillements, de plantations, de pose de canalisation ;
- L'utilisation des eaux souterraines.

Dans le cas présent, nous préconisons d'intégrer ces restrictions d'usage dans la modification du PLU.

³⁶ PLU : Plan Local d'Urbanisme

7.9. Phasage proposé des opérations

Pour le site du projet du groupe scolaire, les travaux de réhabilitation devront être réalisés avant les travaux d'aménagement.

Le phasage des travaux de réhabilitation est le suivant :

- Excavation des terres polluées sous le futur bâtiment et les futurs préaux, avec une marge de sécurité de 2 m ;
- Evacuation en ISDND des terres polluées, sous réserve d'acceptation préalable ;
- Réception des sols après travaux (sols et air du sol) ;
- Pose d'un géotextile sur le fond et les parois de la fouille afin de conserver la mémoire des opérations effectuées ;
- Levée de la zone par un géomètre ;
- Remblaiement des fouilles par compactage avec des remblais sains issus de carrière au droit du bâtiment et de la cour ;
- Dossier de restrictions d'usage.

Tous les travaux devront être réalisés, suivis et contrôlés par une société spécialisée dans le domaine des sites et sols pollués. Les opérations devront être explicitées dans un rapport de fin de travaux.

Nous rappelons que le volume des terres polluées est estimé à partir d'un nombre limité de sondages. Les quantités réelles peuvent être variables et étant donné la superficie du site, la possibilité de découvrir une nouvelle zone impactée lors des travaux d'aménagement n'est pas à exclure.

7.10. Mesures à prendre en compte lors des travaux et des futurs aménagements

En raison de la nature des sols, certaines préconisations sont à prendre en compte lors des travaux de réhabilitation :

- Des équipements de protection individuelle adaptés pour les travailleurs en fonction de leur poste lors des phases de dépollution et de terrassement. Chaque entreprise devra intégrer des procédures spécifiques dans leur plan de prévention ;
- La conservation de la mémoire des opérations effectuées, par la mise en place d'un géotextile séparateur de couche sur les zones traitées ;
- Dans tous les cas :
 - Recouvrement des sols de l'ensemble du site (terre végétale, béton, enrobé, pavement, ...) ;
 - Interdiction d'usage des eaux souterraines au droit du site ;
 - Interdiction de potager et verger au droit du site ;
 - En cas de mise en place de canalisation pour l'eau potable dans une zone polluée, trois possibilités sont à envisager :
 - Canalisation PEHD au sein de remblais d'apport propre (au moins 50 cm de sablon) ;
 - Canalisation PEHD placée dans un caniveau technique béton ;
 - Canalisation métallique ou spécifique anticontamination.

7.11. Mesures de suivi à mettre en place

Pour le scénario ①, avec évacuation des terres polluées au droit du futur bâtiment, nous n'émettons pas de mesure de suivi associé au projet du groupe scolaire.

Pour le scénario ②, avec un confinement des terres polluées en dehors de l'emprise du projet du groupe scolaire, au droit de l'ancienne décharge, un suivi spécifique du confinement sera à mettre en place. Pour cela nous préconisons la mise en place de trois piézomètres, pour un coût estimée à environ 10 K€ HT avec une campagne de suivi de la qualité des eaux souterraines.

Nous rappelons que le plan de gestion se limite au site du projet du groupe scolaire. Nous ne considérons pas l'ensemble de l'ancienne décharge et des mesures de suivi associées.

8 - Synthèse

Dans le cadre du projet de construction du groupe scolaire « Pont Boileau » sur un site localisé rue Rousseau Decelle à La Roche-sur-Yon (85), la ville de La Roche-sur-Yon a mandaté SEREA pour réaliser un plan de gestion afin notamment de s'assurer de la compatibilité de la qualité du sous-sol avec les futurs usages. En effet, le site est concerné par une activité passée de décharge.

Un diagnostic initial de pollution de sols a été réalisé par SEREA en juin 2015 (Réf. SER15139-1, juin 2015). Il a mis en évidence deux zones :

- **Zone Est** (mailles M1 à M7 et M12), terrain constitué d'une couche de remblais avec des déchets de démolition (béton, ferraille, verre, ...), entre environ 1,5 et 2,5 m, présentant des anomalies en métaux sur échantillon brut ;
- **Zone Ouest** (mailles M8 à M11 et M13 à M18), terrain constitué d'une couche de remblais gris à noirs avec des ordures ménagères (plastique, tissu, verre, ...), entre environ 1,5 et 3 m, présentant des impacts en hydrocarbures C₁₀-C₄₀, HAP³⁷, CAV³⁸ (pseudocumène), cyanures totaux, PCB³⁹ et métaux sur échantillon brut. D'après nos résultats, la couche de sables sous-jacents est moins impactée par les substances analysées.

■ Diagnostic approfondi

Le diagnostic approfondi réalisé en juillet 2015 a permis de mettre en évidence la présence de phtalates et de différents alcanes dans les sols contenant des ordures ménagères.

Il a également mis en évidence le caractère inerte des futurs déblais au Nord du site et leur admissibilité en ISDI. A noter toutefois que ces terres présentent des anomalies en métaux sur échantillon brut, avec des teneurs supérieures au fond géochimique de l'INRA.

Les six piézaires mis en place au droit de zones impactées et au droit du futur bâtiment ont permis de réaliser des prélèvements d'air du sol et de caractériser la volatilité des substances polluantes mises en évidence dans les sols.

³⁷ HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

³⁸ CAV : Composés Aromatiques Volatils

³⁹ PCB : Polychlorobiphényles

Les mesures effectuées ont mis en évidence la présence de substances volatiles dans l'air du sol, susceptibles de se volatiliser dans l'air ambiant :

- Hydrocarbures C₅ à C₁₆ ;
- Certains CAV dont les BTEX ;
- Trichloroéthylène ;
- Biogaz dont le méthane et le sulfure d'hydrogène.

Les ouvrages les plus impactés correspondent aux piézaires localisés au droit de la zone de décharge d'ordures ménagères.

■ Schéma conceptuel du projet d'aménagement

Le schéma conceptuel, réalisé en fonction du projet d'aménagement futur et de mesures simples de gestion, a mis en évidence les risques suivants pour les futurs usagers du site :

- Via l'inhalation d'air à l'intérieur du futur groupe scolaire ;
- Via l'inhalation d'air à l'extérieur.

Les mesures simples de gestion proposées afin de limiter les risques pour les futurs usagers du site, en désactivant la plupart des voies de transfert identifiées précédemment, sont :

- Le recouvrement de l'ensemble du site par une couverture de surface (enrobé, béton, terre végétale, pavement,...) afin d'éviter le contact direct avec les sols de surface impactés ;
- L'interdiction de tout usage des eaux souterraines au droit du site ;
- L'interdiction de potager et de verger au droit du site ;
- En cas de mise en place d'une canalisation AEP au droit d'une zone polluée, la mise en place de toutes les mesures nécessaires afin d'éviter la diffusion de substances volatiles dans l'eau du réseau.

■ Evaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)

Les polluants traceurs de risque retenus sont :

- Les hydrocarbures volatils C₅ à C₁₆ ;
- Certains CAV ;
- Le trichloroéthylène ;
- Le sulfure d'hydrogène.

Les concentrations maximales mesurées dans l'air du sol ont été retenues pour le calcul des risques sanitaires.

Les teneurs en polluant dans l'air extérieur ont été modélisées en prenant en compte :

- Pour un usage de parking : la présence de polluants à une profondeur de 40 cm, sous une couche de forme saine de 40 cm ;
- Pour un usage de cour : la présence de polluants à une profondeur de 40 cm, sous une couche d'enrobé de 10 cm et une couche de forme saine de 30 cm.

Les teneurs en polluant dans l'air intérieur ont également été modélisées pour un bâtiment de plain-pied. Les principales dispositions constructives sont les suivantes :

- La présence de polluants à 1 m de profondeur ;
- Une couche de forme saine de 30 cm sur une couche de silts (terrain en place) de 46 cm ;
- Une dalle béton de 24 cm d'épaisseur ;
- Une pièce moyenne de dimension : L = 10 m, l = 5 m et H = 2,7 m ;
- Un taux de renouvellement d'air de 1 volume/heure.

Le calcul des Doses Journalières d'Exposition (DJE), puis des Quotients de Danger (QD) et des Excès de Risque Individuel (ERI) pour les cibles retenues ont mis en évidence des risques inacceptables pour les scénarios « *enseignant* » et « *élève* », liés à la présence de sulfure d'hydrogène.

Ainsi, les risques liés aux pollutions identifiées sont inacceptables pour les futurs usagers du site, pour les scénarios envisagés avec les dispositions constructives énoncées.

■ IDENTIFICATION DES MESURES DE GESTION ET BILAN COÛTS/AVANTAGES

Les terres de surface et les remblais avec des déchets de démolition en zone Est (béton, ferraille, verre, ...) ne posent quant à eux pas de problème sanitaire à condition qu'ils soient recouverts pour empêcher tout contact direct (présence de métaux). Ces sols peuvent rester en place ou être réutilisés en remblais extérieurs sur site sous recouvrement. Aucune autre mesure de gestion n'est proposée pour cette zone polluée.

D'après les investigations menées, les résultats de l'EQRS et le projet d'aménagement du site, il existe une problématique de terres polluées au droit de la zone Ouest où sont présentes les ordures ménagères.

Les mesures de gestion des sols pollués par des ordures ménagères ci-dessous ne sont pas applicables au site :

Mesures de gestion	Avantages	Inconvénients
Maintien des ordures ménagères sous le bâtiment	Coût faible	Risques sanitaires inacceptables pour les usagers du site Accumulation potentielle des biogaz dans les salles du groupe scolaire
Traitement sur site ou in situ des ordures ménagères	Bilan environnemental satisfaisant	Longue durée de traitement Incertitudes sur le rendement Certains déchets non biodégradables
Elimination totale et évacuation des ordures ménagères	Absence de pollution résiduelle Risques sanitaires acceptables	Coût très élevé Etendue de la décharge au-delà de la zone de projet du groupe scolaire

Afin de limiter les volumes, des mesures de gestion ont donc été proposées uniquement pour les terres polluées sous le bâtiment du projet scolaire.

D'après les connaissances actuelles sur le site, il est donc estimé, au droit du bâtiment, un volume de terres polluées par des ordures ménagères d'environ 1 750 m³, soit environ 2 625 tonnes.

Nous avons étudié deux techniques pour leur gestion de ces terres polluées.

Le bilan coûts-avantages nous a permis de préconiser la mesure de gestion suivante :

- **Scénario ①** : élimination ponctuelle de la zone source sous le futur bâtiment, préaux inclus, avec une marge de sécurité de 2 m, et évacuation hors site des terres polluées

Le montant de cette mesure est estimé à environ 210 K€ HT, hors terrassement et remblaiement.

■ RECOMMANDATIONS

En lien avec les mesures constructives mentionnées, avec les prescriptions du PLU et les mesures de gestion retenues, des restrictions d'usage doivent être instituées afin de garantir dans le temps le respect de ces règles et recommandations.

Comme pour l'ensemble de la démarche de ce plan de gestion, les recommandations se limitent au site et au projet du groupe scolaire.

9 - Discussion des limites et incertitudes

■ ECHANTILLONNAGE DE L'AIR DU SOL

Une seule campagne de prélèvements d'air du sol a été réalisée sur le site. Elle ne peut prendre en compte les variations du dégazage des eaux/sols liées aux conditions météorologiques, aux différences de pression entre les milieux, à la fluctuation du niveau des eaux souterraines, etc. ...

De plus, six points de mesure ont été réalisés, on ne peut exclure entre deux points l'existence d'une anomalie qui aurait échappé à la position des investigations.

■ ANALYSES

Le choix des substances analysées repose sur l'étude documentaire et l'historique ayant permis de mettre en évidence les sources potentielles de pollution au droit du site.

Les analyses en laboratoire impliquent nécessairement des incertitudes sur les résultats, pouvant notamment influencer sur les limites de quantification.



■ AUTRES LIMITES DE PRESTATION

Dans le cadre d'investigations sur le sous-sol, les autres limites de prestation non imputables à notre société, sont les suivantes :

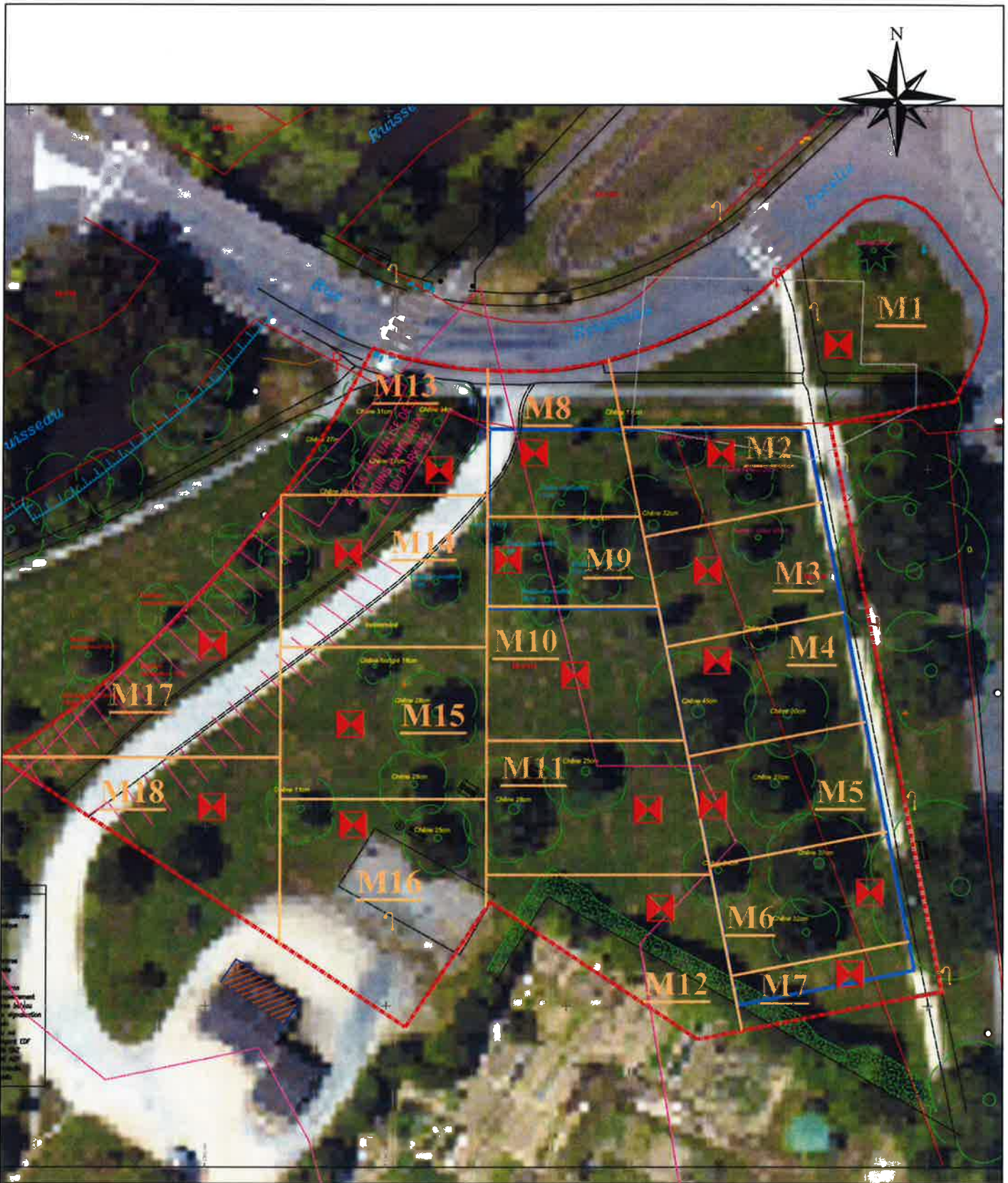
- Le plan de gestion se limite uniquement à l'emprise et au projet du groupe scolaire. Il n'a pas vocation à proposer des mesures de réhabilitation et de suivi de l'ensemble de l'ancienne décharge ;
- Informations non communiquées par le client au démarrage et en cours de travaux ;
- Evènements ultérieurs aux investigations réalisées sur le site ;
- Toutes prestations ou aménagements rendus nécessaires du fait de contraintes locales non connues au stade de l'émission de l'offre.

Utilisation du présent document :



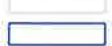



Ce rapport ainsi que ses figures et ses annexes forment un ensemble indissociable. Aussi, SEREA se dégage de toute responsabilité en cas de communication ou copie partielle de ce document ou en cas d'autre interprétation que celle énoncée.


ANNEXES

**Annexe 1 : Localisation des sondages du diagnostic
initial de juin 2015 (Réf. SER15139-1) (1 page)**



Légende :

	Limite de site
	Zones de stockage de déchets, remaniement des sols
	Présence d'un stockage ou d'une base vie en 1976
	Emprise du futur bâtiment du groupe scolaire
	Maille
	Sondage

Annexe 1 : Localisation des sondages (sur photographie)	
Echelle : 1/600 Format A4	
Affaire : SER15139-1	
Date : 18/06/2015	
 Parc d'Activités de Ragon 3 rue Ampère 44119 Treillières	

**Annexe 2 : Rapports d'essai d'analyses
du laboratoire - Sols (16 pages)**

Laboratoire WESSLING, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

SEREA

Madame Pauline LANDELLE

Parc d'Activités de Ragon, 3 rue Ampère

44119 TREILLIERES

Rapport d'essai n°:	ULY15-007855-1
Commande n°:	ULY-05731-15
Interlocuteur:	C. Rivière
Téléphone:	33 474 999 634
eMail:	Celine.Riviere@wessling.fr
Date:	10.08.2015

Rapport d'essai

SER15171

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai, sous réserve du flaconnage reçu (hors flaconnage Wessling), du respect des conditions de conservation des échantillons jusqu'au laboratoire d'analyses et du temps imparti entre le prélèvement et l'analyse préconisé dans les normes suivies.

Les méthodes couvertes par l'accréditation EN ISO 17025 sont marquées d'un A dans le tableau récapitulatif en fin de rapport au niveau des normes.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais est disponible sur www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling de Lyon.

Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 (www.as.dakks.de).

Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAT sous le numéro NAT-1-1398 (www.nat.hu).

Les essais effectués par le laboratoire polonais de Krakow sont accrédités par le PCA sous le numéro AB 918 (www.pca.gov.pl).

Ce rapport d'essai ne peut-être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING (EN ISO 17025).

Rapport d'essai n°: ULY15-007855-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 10.08.2015

N° d'échantillon Désignation d'échantillon	Unité	15-110225-01 M2-1	15-110225-02 M3-2	15-110225-03 M14-1
Matière sèche	% mass MB	90	90,4	92,3
Paramètres globaux / Indices				
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	4500	6900	14000
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<10	41	28
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<10	<10	<10
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<10	<10	<10
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<10	<10	<10
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<10	29	18
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<10	<10	<10
Métaux lourds				
Éléments				
Chrome (Cr)	mg/kg MS	36	17	28
Nickel (Ni)	mg/kg MS	25	13	21
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	30	19	37
Zinc (Zn)	mg/kg MS	94	67	110
Arsenic (As)	mg/kg MS	27	28	35
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<5	<5	<5
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<10	<10	<10
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<10	<10	<10
Baryum (Ba)	mg/kg MS	60	100	110
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	0,2
Plomb (Pb)	mg/kg MS	27	25	54
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)				
Benzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)				
Naphtalène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,03	<0,04	<0,03
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Fluorène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Anthracène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Fluoranthène (*)	mg/kg MS	<0,03	0,14	<0,03
Pyrène	mg/kg MS	<0,03	0,14	<0,03
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,03	0,12	<0,03
Chrysène	mg/kg MS	<0,03	0,11	<0,03
Benzo(b)fluoranthène (*)	mg/kg MS	<0,03	0,23	<0,03
Benzo(k)fluoranthène (*)	mg/kg MS	<0,03	0,10	<0,03
Benzo(a)pyrène (*)	mg/kg MS	<0,03	0,19	<0,03
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,03	<0,05	<0,03
Indéno(123-cd)pyrène (*)	mg/kg MS	<0,03	0,17	<0,03
Benzo(ghi)pérylène (*)	mg/kg MS	<0,03	0,17	<0,03
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	1,4	-/-

Rapport d'essai n° : ULY15-007855-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 10.08.2015

N° d'échantillon Désignation d'échantillon	Unité	15-110225-01 M2-1	15-110225-02 M3-2	15-110225-03 M14-1
Polychlorobiphényles (PCB)				
PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-
Préparation d'échantillon				
Minéralisation à l'eau régale	MS	03/08/2015	03/08/2015	03/08/2015
Lixiviation				
Masse totale de l'échantillon	g	100	90	89
Masse de la prise d'essai	g	21	21	20
Refus >4mm	g	60	38	33
pH		7,4 à 21,2°C	8,1 à 21,2°C	7,6 à 21,1°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	59	150	36
Sur lixiviat filtré				
Eléments				
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5	<5	<5
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5	<5	12
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50	<50	<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3	4	7
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba)	µg/l E/L	12	13	21
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5	<5	<5
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1
Analyse physique				
Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100	<100	<100
Cations, anions et éléments non métalliques				
Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10	<10	<10
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	18	16	<10
Fluorures (F)	mg/l E/L	<1	<1	<1
Paramètres globaux / Indices				
Phénol (indice)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	<2,9	4,6	4,6
Fraction solubilisée				
Eléments				
Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	0,12
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	0,04	0,07
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	0,12	0,13	0,21
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05

Rapport d'essai n°: ULY15-007855-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 10.08.2015

N° d'échantillon Désignation d'échantillon	Unité	15-110225-01 M2-1	15-110225-02 M3-2	15-110225-03 M14-1
Paramètres globaux / Indices				
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	<29	46	46
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cations, anions et éléments non métalliques				
Sulfates (SO ₄)	mg/kg MS	180	160	<100
Fluorures (F)	mg/kg MS	<10	<10	<10
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100
Analyse physique				
Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	<1000	<1000

Rapport d'essai n°: ULY15-007855-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 10.08.2015

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	15-110225-01	15-110225-02	15-110225-03
Date de réception:	30.07.2015	30.07.2015	30.07.2015
Désignation	M2-1	M3-2	M14-1
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol
Prélèvement:	29.07.2015	29.07.2015	29.07.2015
Récipient:	2X250VB	2X250VB	2X250VB
Nombre de récipients:	2	2	2
Température de réception (C°):	16.8°C	16.8°C	16.8°C
Début des analyses:	30.07.2015	30.07.2015	30.07.2015
Fin des analyses:	10.08.2015	10.08.2015	10.08.2015

St Quentin Fallavier, le 10.08.2015

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Matières sèches	NF ISO 11465(A)	Wessling Lyon (F)
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au fluorisil)	NF EN ISO 16703(A)	Wessling Lyon (F)
Benzène et aromatiques	Méth. interne BTXHS adaptée de NF EN ISO 22155(A)	Wessling Lyon (F)
PCB	Méth. interne HAP-PCB adaptée de NF ISO 10382(A)	Wessling Lyon (F)
HAP (16)	NF ISO 18287(A)	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total sur mat. solide (combustion sèche)	NF ISO 10694(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne LIXI adaptée de NF EN 12457-2(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne LIXI adaptée de NF EN 12457-2(A)	Wessling Lyon (F)
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C	NF T90-029(A)	Wessling Lyon (F)
Fraction soluble	Calcul d'ap. résidu sec	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total (COT)	NF EN 1484(A)	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total (COT)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat	EN ISO 14402(A)	Wessling Oppin (D)
Indice Phénol total	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux sur lixiviat	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Mercurie	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Anions dissous (filtration à 0,2 µ)	Méth. interne ION adaptée de NF EN ISO 10304-1(A)	Wessling Lyon (F)
Anions dissous (EN ISO 10304-1)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Sulfates (SO4)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Métaux sur eau / lixiviat	Méth. interne ICP-MS adaptée de NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
Minéralisation à l'eau régale	Méth. interne MINE adaptée de NF ISO 11466(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux	Méth. interne ICP-MS adaptée de NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)

15-110225-01

Commentaires des résultats:

COT (E/L), Carbone organique total (COT): Seuil de quantification augmenté en raison de contaminations du blanc de lixiviation.

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Magali LAFOND

Chargée de Clientèle



Sophie DECOT

Responsable du Service LIMS



Laboratoire WESSLING, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex
SEREA
Madame Pauline LANDELLE
Parc d'Activités de Ragon, 3 rue Ampère
44119 TREILLIERES

Rapport d'essai n°.: ULY15-007335-2
Commande n°.: ULY-05082-15
Interlocuteur: C. Rivière
Téléphone: 33 474 999 634
eMail: Celine.Riviere@wessling.fr
Date: 28.07.2015

Rapport d'essai

SER15171

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai, sous réserve du flaconnage reçu (hors flaconnage Wessling), du respect des conditions de conservation des échantillons jusqu'au laboratoire d'analyses et du temps imparti entre le prélèvement et l'analyse préconisé dans les normes suivies.
Les méthodes couvertes par l'accréditation EN ISO 17025 sont marquées d'un A dans le tableau récapitulatif en fin de rapport au niveau des normes.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais est disponible sur www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling de Lyon.

Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 (www.as.dakks.de).

Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAT sous le numéro NAT-1-1398 (www.nat.hu).

Les essais effectués par le laboratoire polonais de Krakow sont accrédités par le PCA sous le numéro AB 918 (www.pca.gov.pl).

Ce rapport d'essai ne peut-être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING (EN ISO 17025).

Rapport d'essai n°.: ULY15-007335-2
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 28.07.2015

N° d'échantillon Désignation d'échantillon	Unité	15-095934-01 M14-2	15-095934-01 M14-2	15-095934-02 Pa2-1
Matière sèche	% mass MB	67,2	68,8	
Paramètres globaux / Indices				
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS		41000	
Screening GC-MS				
Screening par GC/MS (extraction)	MB	voir annexe A		
Granulométrie				
Sables grossiers	g/kg			60
Sables fins	g/kg			36
Limons grossiers	g/kg			840
Limons fins	g/kg			20
Argile	g/kg			46
Phthalates				
Diméthylphthalate (DMP)	mg/kg MB	<0,1		
Diéthylphthalate (DEP)	mg/kg MB	<0,1		
Di-n-butylphthalate (DBP)	mg/kg MB	0,84		
Butylbenzylphthalate (BBP)	mg/kg MB	<0,1		
Bis-(2-éthylhexyl)phthalate (DEHP)	mg/kg MB	1,8		
Di-n-octylphthalate (DNOP)	mg/kg MB	<0,1		

Rapport d'essai n°.: ULY15-007335-2
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 28.07.2015

N° d'échantillon Désignation d'échantillon	Unité	15-095934-03 Pa5-2	15-095934-04 Pa2-2
Matière sèche	% mass MB	80,8	85,6
Paramètres globaux / Indices			
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	41000	4600
Screening GC-MS			
Screening par GC/MS (extraction)	MB		
Granulométrie			
Sables grossiers	g/kg	530	
Sables fins	g/kg	130	
Limons grossiers	g/kg	160	
Limons fins	g/kg	93	
Argile	g/kg	89	
Phthalates			
Diméthylphthalate (DMP)	mg/kg MB		
Diéthylphthalate (DEP)	mg/kg MB		
Di-n-butylphthalate (DBP)	mg/kg MB		
Butylbenzylphthalate (BBP)	mg/kg MB		
Bis-(2-éthylhexyl)phthalate (DEHP)	mg/kg MB		
Di-n-octylphthalate (DNOP)	mg/kg MB		

Rapport d'essai n° : ULY15-007335-2
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 28.07.2015

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	15-095934-01	15-095934-01	15-095934-02	15-095934-03	15-095934-04
Date de réception:	06.07.2015	06.07.2015	06.07.2015	06.07.2015	06.07.2015
Désignation	M14-2	M14-2	Pa2-1	Pa5-2	Pa2-2
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol
Prélèvement:	01.07.2015	01.07.2015	01.07.2015	01.07.2015	01.07.2015
Récipient:		250V	250V	250V	250V
Nombre de récipients:	1	1	1	1	1
Température de réception (C°):	23	23	23	23	23
Début des analyses:	17.07.2015	06.07.2015	06.07.2015	06.07.2015	06.07.2015
Fin des analyses:	24.07.2015	15.07.2015	28.07.2015	28.07.2015	15.07.2015

Rapport d'essai n°: ULY15-007335-2
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 28.07.2015

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre

Matières sèches
Screening par GC/MS
Phtalates sur matière solide
Carbone organique total sur mat. solide (combustion sèche)
Granulométrie

Norme

NF ISO 11465(A)
WES 103
EPA 606 mod.
NF ISO 10694(A)
NF X31-107

Laboratoire

Wessling Lyon (F)
Wessling Lyon (F)
Wessling Altenberge (D)
Wessling Lyon (F)
Laboratoire partenaire

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Magali LAFOND

Chargée de Clientèle



Fabienne LOISEL

Responsable Technique du Laboratoire Environnement



Screening par GC-MS

1. But de l'analyse

Identification et semi-quantification de molécules organiques inconnues (peu volatiles et peu polaires)
Analyse semi quantitative

2. Description de la méthodologie

Environ 10g d'échantillon est extrait avec 10ml de pentane. Une partie de l'extrait est alors injectée dans un chromatographe à phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse.

L'identification des molécules a lieu d'après leur temps de rétention et d'après l'analyse des spectres de masses comparés aux spectres des bibliothèques informatiques suivantes

- NIST02 → spectres de pesticides et métabolites (130000 enregistrements)

Sont extrait par le pentane toutes les substances moyennement ou difficilement volatiles qui peuvent être évaporées sans se décomposer. Parmi ces substances on trouve :

- quelques composés organohalogénés (dont le trichloroéthène et tetrachloroéthène)
- quelques composés aromatiques volatils (BTX)
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
- les biphényles polychlorés (PCB)
- les phthalates
- les hydrocarbures aliphatiques de C7 à C35
- les composés aromates chlorés (chlorobenzènes, chlorotoluènes)
- certains pesticides (DDT, DDE, DDD, Aldrine, Dieldrine, Endrine, lindane, triazines ...)
- phénols et chlorophénols

Ne peuvent pas être détectées par ce procédé, entres autres les substances suivantes :

- les organohalogénés très volatils (chlorure de vinyle, chloroforme, fréons..)
- certains pesticides (phenylurées..)
- solvants polaires (méthanol, éthanol, acétone etc.).

3. Résultats

	Substances recherchées / Classe de substances	Détection	Concentration mg/kg-MS
Listing des familles de molécules recherchées	Hydrocarbures totaux	déecté	390
	Composés aromatiques volatiles (BTEX)	non déecté	<0,1
	Composés halogénés volatils (COHV)	non déecté	<0,1
	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	déecté	4,9
	Phenols	non déecté	<0,1
	Phthalates	non déecté	<0,1
	Polychlorobiphényles (PCB)	non déecté	<0,1
	Pesticides	non déecté	<0,1
	Terpènes	non déecté	<0,1
	Ether	non déecté	<0,1
Coupe pétrolière			
Autres	Type de coupe pétrolière	paraffine	
	Remarque		

Tableau des molécules détectées

Composés	N°CAS	Concentration mg/kg-MS
10,18-Bisnorabieta- 5,7,9(10),11,13-pentaene	6566-19-4	nq
Tricosane	638-67-5	7,8
Phenanthrene, 1-methyl- 7-(1-methylethyl)-	483-65-8	4,9
Tetracosane	646-31-1	19
Pentacosane	629-99-2	13
Hexacosane	630-01-3	26
Heptacosane	593-49-7	42
Octacosane	630-02-4	45
Nonacosane	630-03-5	46
Triacotane	638-68-6	60
Untriacontane	630-04-6	53
Dotriacontane	208-881-5	28
Tritriacontane	630-05-7	20
Tetratriacontane	14167-59-0	14
Pentatriacontane	630-07-9	8,8

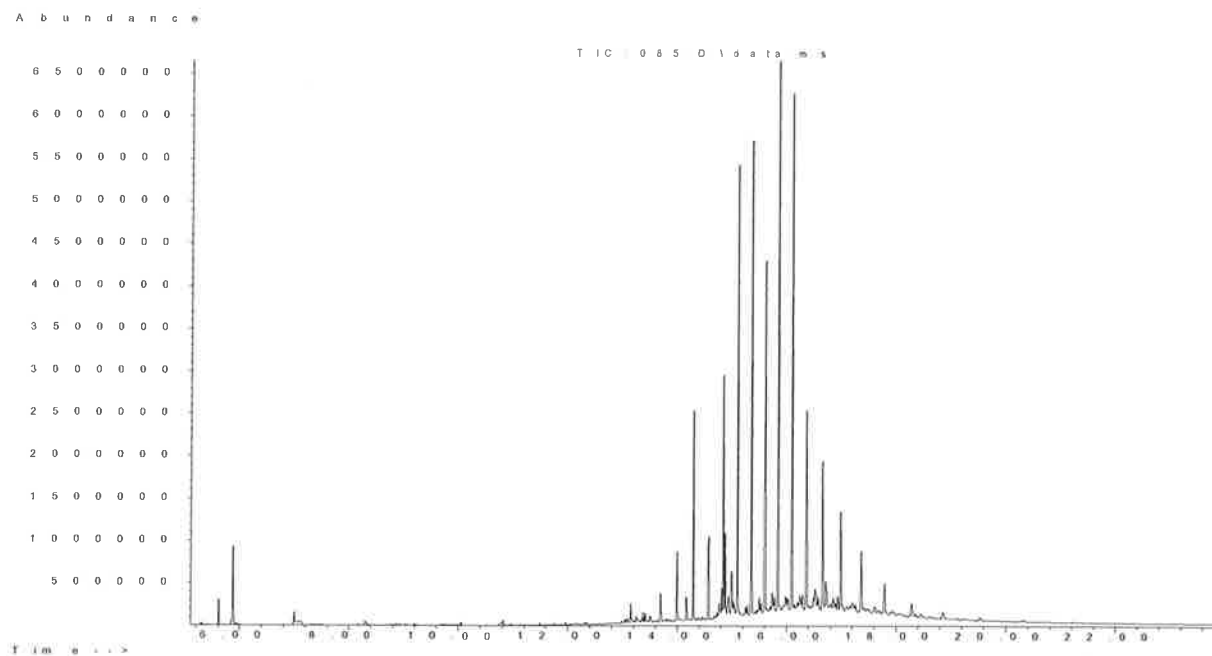
Tableau des molécules détectées (suite)

Composés	N°CAS	Concentration mg/kg-MS
Hexatriacontane	630-06-8	5,9

Note :

nq : la présence de cette molécule ne peut être quantifiée

4. Chromatogramme



Remarque : Les signaux avant le temps de rétention de 5 minutes n'apparaissent pas car ils résultent du solvant d'extraction, le pentane.

Annexe 3 : Planche photographique (1 page)



Prélèvement d'air du sol dans
le piézair Pa1



Prélèvement d'air du sol dans
le piézair Pa2



Prélèvement d'air du sol dans
le piézair Pa3




Prélèvement d'air du sol dans
le piézair Pa4



Prélèvement d'air du sol dans
le piézair Pa5



Prélèvement d'air du sol dans
le piézair Pa6

Annexe 3 : Planche photographique	
Affaire : SER15171-1	
Format : A4	
Date : 07/08/2015	Parc d'Activités de Ragon 3 rue Ampère 44119 Treillières

Annexe 4 : Coupes des piézairs (6 pages)

COUPE DU PIEZAIR

Site : Ville de La Roche-sur-Yon

Affaire n°: SER15171-1

Opérateur : A. BOCQUEL et P. LANDELLE

Date : 01/07/15

Heure : 08 h 45

Outils de sondage : Carottier à gouges

N° piézair : Pa1

Profondeur d'arrêt : 2,5 m

Coupe lithologique			Piézair			Equipement du piézair		
Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description
0			0			0		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: auto;"> Haut du piézair : Bouchon et bouche à clef </div>
-1		Terre végétale et remblais limoneux marron	-0,3		Béton	-1		Tube PEHD plein, diamètre 24/32 mm
-1			-0,7		Bentonite	-1		
-2		Remblais limono-graveleux marron	-2		Massif filtrant	-2		Tube PEHD crépiné, diamètre 24/32 mm
-2,5			-2,5			-2,5		
-3			-3			-3		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: auto;"> Bouchon de fond </div>

Remarques :

Site : Ville de La Roche-sur-Yon

Affaire n°: SER15171-1

Opérateur : A. BOCQUEL et P. LANDELLE

Date : 01/07/15

Heure : 14 h 50

Outils de sondage : Carottier à gouges

N° piézair : Pa2

Profondeur d'arrêt : 2,5 m

Coupe lithologique			Piézair			Equipement du piézair		
Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description
0			0			0		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Haut du piézair : Bouchon et bouche à clef </div>
-1		Terre végétale et remblais limoneux marron	-0,3		Béton	-1		Tube PEHD plein, diamètre 24/32 mm
-1,3			-0,7		Bentonite	-1,3		
-2		Remblais limono-graveleux marron	-1			-2		Tube PEHD crépiné, diamètre 24/32 mm
-2,5			-2		Massif filtrant	-2,5		
-3			-2,5			-3		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Bouchon de fond </div>

Remarques :

COUPE DU PIEZAIR

Site : Ville de La Roche-sur-Yon

Affaire n°: SER15171-1

Opérateur : A. BOCQUEL et P. LANDELLE

Date : 01/07/15

Heure : 10 h 50

Outils de sondage : Carottier à gouges

N° piézair : Pa3

Profondeur d'arrêt : 2,3 m

Coupe lithologique			Piézair			Equipement du piézair		
Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description
0			0			0		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> Haut du piézair : Bouchon et bouche à clef </div>
		Terre végétale et remblais limoneux marron	-0,3		Béton			TUBE PEHD plein, diamètre 24/32 mm
			-0,7		Bentonite	-0,8		
-1		Remblais limono-argileux gris avec présence d'ordures ménagères	-1		Massif filtrant	-1		TUBE PEHD crépiné, diamètre 24/32 mm
-1,5			-2			-2		
-2			-2,3			-2,3		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> Bouchon de fond </div>
-3			-3			-3		

Remarques :

COUPE DU PIEZAIR

Site : Ville de La Roche-sur-Yon

Affaire n°: SER15171-1

Opérateur : A. BOCQUEL et P. LANDELLE

Date : 01/07/15

Heure : 09 h 25

Outils de sondage : Carottier à gouges

N° piézair : Pa4

Profondeur d'arrêt : 2,4 m

Coupe lithologique			Piézair			Equipement du piézair		
Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description
0			0			0		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> Haut du piézair : Bouchon et bouche à clef </div>
		Terre végétale et remblais limoneux marron	-0,3		Béton			Tube PEHD plein, diamètre 24/32 mm
			-0,7		Bentonite			
-1		Remblais argilo-limoneux grisâtre avec présence d'ordures ménagères et odeur de décomposition	-1		Massif filtrant	-1		Tube PEHD crépiné, diamètre 24/32 mm
			-1,4			-2		
-2			-2			-2,4		
			-2,4			-2,4		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> Bouchon de fond </div>
-3			-3			-3		

Remarques :

Site : Ville de La Roche-sur-Yon

Affaire n°: SER15171-1

Opérateur : A. BOCQUEL et P. LANDELLE

Date : 01/07/15

Heure : 10 h 15

Outils de sondage : Carottier à gouges

N° piézair : Pa5

Profondeur d'arrêt : 2,5 m

Coupe lithologique			Piézair			Equipement du piézair		
Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description
0			0			0		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: auto;"> Haut du piézair : Bouchon et bouche à clef </div>
-1		Terre végétale et remblais limoneux marron	-0,3		Béton	-1		Tube PEHD plein, diamètre 24/32 mm
-1,5			-0,7		Bentonite	-1,5		
-2		Remblais limono-argileux gris à noir avec présence d'ordures ménagères et odeur de décomposition	-1		Massif filtrant	-2		Tube PEHD crépiné, diamètre 24/32 mm
-2,5			-2			-2,5		
-3			-2,5			-3		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: auto;"> Bouchon de fond </div>

Remarques :

Site : Ville de La Roche-sur-Yon

Affaire n°: SER15171-1

Opérateur : A. BOCQUEL et P. LANDELLE

Date : 01/07/15

Heure : 13 h 40

Outils de sondage : Carottier à gouges

N° piézair : Pa6

Profondeur d'arrêt : 2,5 m

Coupe lithologique			Piézair			Equipement du piézair		
Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description	Grad. (m)	Coupe	Description
0			0			0		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: auto;"> Haut du piézair : Bouchon et bouche à clef </div>
-1		Terre végétale et remblais limoneux marron	-0,3		Béton	-0,6		Tube PEHD plein, diamètre 24/32 mm
-1,3			-1		Bentonite	-1		
-2		Remblais argilo-limoneux gris à noir avec présence d'ordures ménagères et odeur de décomposition	-2		Massif filtrant	-2		Tube PEHD crépiné, diamètre 24/32 mm
-2,5			-2,5			-2,5		
-3			-3			-3		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: auto;"> Bouchon de fond </div>

Remarques :

Annexe 5 : Fiches de prélèvement de l'air du sol (6 pages)

FICHE DE PRELEVEMENT AIR DU SOL

Affaire n°: SER15171

Intitulé : Ville de La Roche-sur-Yon

Responsable de l'affaire : P. LANDELLE

Commune : La Roche-sur-Yon

Occupation des sols autour du point : espace vert

Préleveur(s) : P. LANDELLE

Désignation du point : Pa1

Date : 07 et 08/07/2015

Outil de purge : Pompe Gilair

Outil de prélèvement : Pompe Gilair

Description de l'ouvrage

- | | |
|--|---|
| - Nature du repère : Bouche à clef | - Hauteur du repère / sol (m) : 0 |
| - Profondeur de l'ouvrage (m/repère) : 2,5 | - Diamètre intérieur de l'ouvrage (mm) : 24 |
| - Description de l'équipement : | - Volume de l'ouvrage (l) : 1,1 |
| Partie pleine (m) : -1 / 0 | - Volume minimum à purger (l) : 3,3 |
| Partie crépinée (m) : -2,5 / -1 | - Présence d'eau dans l'ouvrage (O/N) : N |
| - Type d'étanchéité de surface : aucune | Si oui, profondeur (m/repère) : - |

Description des pompes

Pompe*	B	C	D	B (Tedlar)
Débit avant campagne (l/min)	0,5028	0,5037	0,5004	0,2012
Débit après campagne (l/min)	0,4989	0,4950	0,4922	0,2001

Description de la purge

- Pompe utilisée : B - Temps de pompage (min) : 10 - Volume purgé (l) : 5

Conditions météorologiques (station météo interne)

- | | |
|--|--|
| - Pression atmosphérique (hPa) : 1010 à 1014 | - Conditions météorologiques (J-1/J) : beau, chaud |
| - Direction du vent : vers le Nord-Ouest | - Température (°C) : 17,3 à 24,3 |
| - Vitesse du vent (km/h) : - | - Humidité (%) : 54 à 65 |

Echantillonnage

Nom échantillon	Pompe	Profondeur de prlv (m/repère)	Paramètres analysés	Type de support	Heure début	Temps de pompage (min)	Volume pompé (l)*
Pa1-1	D	1,8	TPH	Charbon actif	(08/08) 8h15	125	62,591
Pa1-2	D		HC, COHV, CAV, N	Charbon actif	(08/08) 10h26	122	61,166
Pa1-3	B		Hg	Hopkalite	(07/08) 11h50	68	34,099
Pa1-4a	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 12h40	10	3,057
Pa1-4b	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 12h51	10	3,101

- Laboratoire d'analyses : Laboratoire WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38)

Observations:

Mesure au PID dans le piézair avant la purge = 0 ppmV

* Les débits et les volumes pompés sont les valeurs réelles lues sur les appareils de mesures

Siège social

SEREA - Parc d'Activités de Ragon
3 rue Ampère - 44119 TREILLIERES
Tél : 02 40 54 50 37 - Fax : 02 40 33 91 86

Agence Bretagne

SEREA - 165 rue de La Montagne du Salut
PA Technelley - Bât. A - 56600 LANESTER
Tél : 02 90 74 80 14 - Fax : 02 90 74 80 13

FICHE DE PRELEVEMENT AIR DU SOL

Affaire n°: SER15171

Intitulé : Ville de La Roche-sur-Yon

Responsable de l'affaire : P. LANDELLE

Commune : La Roche-sur-Yon

Occupation des sols autour du point : espace vert

Préleveur(s) : P. LANDELLE

Désignation du point : Pa2

Date : 07 et 08/07/2015

Outil de purge : Pompe Gilair

Outil de prélèvement : Pompe Gilair

Description de l'ouvrage

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Nature du repère : Bouche à clef - Profondeur de l'ouvrage (m/repère) : 2,5 - Description de l'équipement : <ul style="list-style-type: none"> Partie pleine (m) : -1 / 0 Partie crépinée (m) : -2,5 / -1 - Type d'étanchéité de surface : aucune | <ul style="list-style-type: none"> - Hauteur du repère / sol (m) : 0 - Diamètre intérieur de l'ouvrage (mm) : 24 - Volume de l'ouvrage (l) : 1,1 - Volume minimum à purger (l) : 3,3 - Présence d'eau dans l'ouvrage (O/N) : N Si oui, profondeur (m/repère) : - |
|---|--|

Description des pompes

Pompe*	B	C	D	B (Tedlar)
Débit avant campagne (l/min)	0,5028	0,5037	0,5004	0,2012
Débit après campagne (l/min)	0,4989	0,4950	0,4922	0,2001

Description de la purge

- Pompe utilisée : B - Temps de pompage (min) : 10 - Volume purgé (l) : 5

Conditions météorologiques (station météo interne)

- | | |
|--|--|
| - Pression atmosphérique (hPa) : 1010 à 1014 | - Conditions météorologiques (J-1/J) : beau, chaud |
| - Direction du vent : vers le Nord-Ouest | - Température (°C) : 17,3 à 24,3 |
| - Vitesse du vent (km/h) : - | - Humidité (%) : 54 à 65 |

Echantillonnage

Nom échantillon	Pompe	Profondeur de privt (m/repère)	Paramètres analysés	Type de support	Heure début	Temps de pompage (min)	Volume pompé (l)*
Pa2-1	C	1,8	TPH	Charbon actif	(08/08) 8h10	120	60,264
Pa2-2	C		HC, COHV, CAV, N	Charbon actif	(08/08) 10h14	120	60,031
Pa2-3	B		Hg	Hopkalite	(07/08) 16h45	64	32,319
Pa2-4a	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 12h18	10	3,026
Pa2-4b	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 12h29	8	2,519

- Laboratoire d'analyses : Laboratoire WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38)

Observations:

Mesure au PID dans le piézair avant la purge = 0 ppmV

* Les débits et les volumes pompés sont les valeurs réelles lues sur les appareils de mesures

Siège social

SEREA - Parc d'Activités de Ragon
3 rue Ampère - 44119 TREILLIERES
Tél : 02 40 54 50 37 - Fax : 02 40 33 91 86

Agence Bretagne

SEREA - 165 rue de La Montagne du Salut
PA Technellys - Bât. A - 56600 LANESTER
Tél : 02 90 74 80 14 - Fax : 02 90 74 80 13

FICHE DE PRELEVEMENT

AIR DU SOL

Affaire n°: SER15171

Intitulé : Ville de La Roche-sur-Yon

Responsable de l'affaire : P. LANDELLE

Commune : La Roche-sur-Yon

Occupation des sols autour du point : espace vert

Préleveur(s) : P. LANDELLE

Désignation du point : Pa3

Date : 07 et 08/07/2015

Outil de purge : Pompe Gilair

Outil de prélèvement : Pompe Gilair

Description de l'ouvrage

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Nature du repère : Bouche à clef - Profondeur de l'ouvrage (m/repère) : 2,3 - Description de l'équipement : <ul style="list-style-type: none"> Partie pleine (m) : -0,8 / 0 Partie crépinée (m) : -2,3 / -0,8 - Type d'étanchéité de surface : aucune | <ul style="list-style-type: none"> - Hauteur du repère / sol (m) : 0 - Diamètre intérieur de l'ouvrage (mm) : 24 - Volume de l'ouvrage (l) : 1,0 - Volume minimum à purger (l) : 3,0 - Présence d'eau dans l'ouvrage (O/N) : N Si oui, profondeur (m/repère) : - |
|---|--|

Description des pompes

Pompe*	B	C	D	B (Tedlar)
Débit avant campagne (l/min)	0,5028	0,5037	0,5004	0,2012
Débit après campagne (l/min)	0,4989	0,4950	0,4922	0,2001

Description de la purge

- Pompe utilisée : D
- Temps de pompage (min) : 13
- Volume purgé (l) : 6,5

Conditions météorologiques (station météo interne)

- Pression atmosphérique (hPa) : 1010 à 1014
- Conditions météorologiques (J-1/J) : beau, chaud
- Direction du vent : vers le Nord-Ouest
- Température (°C) : 17,3 à 24,3
- Vitesse du vent (km/h) : -
- Humidité (%) : 54 à 65

Echantillonnage

Nom échantillon	Pompe	Profondeur de prlv (m/repère)	Paramètres analysés	Type de support	Heure début	Temps de pompage (min)	Volume pompé (l)*
Pa3-1	D	1,8	TPH	Charbon actif	(07/08) 9h25	125	62,817
Pa3-2	D		HC, COHV, CAV, N	Charbon actif	(07/08) 11h34	120	59,868
Pa3-3	B		Hg	Hopkalite	(07/08) 15h31	60	29,968
Pa3-4a	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 10h22	7	2,355
Pa3-4b	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 10h31	10	2,997

- Laboratoire d'analyses : Laboratoire WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38)

Observations:

Mesure au PID dans le piézair avant la purge = 0,7 ppmV

* Les débits et les volumes pompés sont les valeurs réelles lues sur les appareils de mesures

Siège social

SEREA - Parc d'Activités de Ragon
3 rue Ampère - 44119 TREILLIERES
Tél : 02 40 54 50 37 - Fax : 02 40 33 91 86

Agence Bretagne

SEREA - 165 rue de La Montagne du Salut
PA Technelley - Bât. A - 56600 LANESTER
Tél : 02 90 74 80 14 - Fax : 02 90 74 80 13

FICHE DE PRELEVEMENT AIR DU SOL

Affaire n°: SER15171
Intitulé : Ville de La Roche-sur-Yon

Responsable de l'affaire : P. LANDELLE

Commune : La Roche-sur-Yon

Occupation des sols autour du point : espace vert

Préleveur(s) : P. LANDELLE

Désignation du point : Pa4

Date : 07 et 08/07/2015

Outil de purge : Pompe Gilair

Outil de prélèvement : Pompe Gilair

Description de l'ouvrage

- | | |
|---|--|
| - Nature du repère : Bouche à clef
- Profondeur de l'ouvrage (m/repère) : 2,4
- Description de l'équipement :
Partie pleine (m) : -1 / 0
Partie crépinée (m) : -2,4 / -1
- Type d'étanchéité de surface : aucune | - Hauteur du repère / sol (m) : 0
- Diamètre intérieur de l'ouvrage (mm) : 24
- Volume de l'ouvrage (l) : 1,1
- Volume minimum à purger (l) : 3,3
- Présence d'eau dans l'ouvrage (O/N) : N
Si oui, profondeur (m/repère) : - |
|---|--|

Description des pompes

Pompe*	B	C	D	B (Tedlar)
Débit avant campagne (l/min)	0,5028	0,5037	0,5004	0,2012
Débit après campagne (l/min)	0,4989	0,4950	0,4922	0,2001

Description de la purge

- Pompe utilisée : B - Temps de pompage (min) : 13 - Volume purgé (l) : 6,5

Conditions météorologiques (station météo interne)

- | | |
|--|--|
| - Pression atmosphérique (hPa) : 1010 à 1014 | - Conditions météorologiques (J-1/J) : beau, chaud |
| - Direction du vent : vers le Nord-Ouest | - Température (°C) : 17,3 à 24,3 |
| - Vitesse du vent (km/h) : - | - Humidité (%) : 54 à 65 |

Echantillonnage

Nom échantillon	Pompe	Profondeur de prtvt (m/repère)	Paramètres analysés	Type de support	Heure début	Temps de pompage (min)	Volume pompé (l)*
Pa4-1	C	1,8	TPH	Charbon actif	(07/08) 14h24	120	59,893
Pa4-2	C		HC, COHV, CAV, N	Charbon actif	(07/08) 16h26	121	60,414
Pa4-3	B		Hg	Hopkalite	(07/08) 10h29	68	34,390
Pa4-4a	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 8h45	12	2,392
Pa4-4b	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 8h55	10	2,189

- Laboratoire d'analyses : Laboratoire WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38)

Observations:

Mesure au PID dans le piézair avant la purge = 0 ppmV

* Les débits et les volumes pompés sont les valeurs réelles lues sur les appareils de mesures

Siège social

SEREA - Parc d'Activités de Ragon
 3 rue Ampère - 44119 TREILLIERES
 Tél : 02 40 54 50 37 - Fax : 02 40 33 91 86

Agence Bretagne

SEREA - 165 rue de La Montagne du Salut
 PA Technelley - Bât. A - 56600 LANESTER
 Tél : 02 90 74 80 14 - Fax : 02 90 74 80 13

FICHE DE PRELEVEMENT AIR DU SOL

Affaire n°: SER15171

Intitulé : Ville de La Roche-sur-Yon

Responsable de l'affaire : P. LANDELLE

Commune : La Roche-sur-Yon

Occupation des sols autour du point : espace vert

Préleveur(s) : P. LANDELLE

Désignation du point : Pa5

Date : 07 et 08/07/2015

Outil de purge : Pompe Gilair

Outil de prélèvement : Pompe Gilair

Description de l'ouvrage

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Nature du repère : Bouche à clef - Profondeur de l'ouvrage (m/repère) : 2,5 - Description de l'équipement : <ul style="list-style-type: none"> Partie pleine (m) : -1 / 0 Partie crépinée (m) : -2,5 / -1 - Type d'étanchéité de surface : aucune | <ul style="list-style-type: none"> - Hauteur du repère / sol (m) : 0 - Diamètre intérieur de l'ouvrage (mm) : 24 - Volume de l'ouvrage (l) : 1,1 - Volume minimum à purger (l) : 3,3 - Présence d'eau dans l'ouvrage (O/N) : N Si oui, profondeur (m/repère) : - |
|---|--|

Description des pompes

Pompe*	B	C	D	B (Tedlar)
Débit avant campagne (l/min)	0,5028	0,5037	0,5004	0,2012
Débit après campagne (l/min)	0,4989	0,4950	0,4922	0,2001

Description de la purge

- Pompe utilisée : C - Temps de pompage (min) : 14 - Volume purgé (l) : 7

Conditions météorologiques (station météo interne)

- | | |
|--|--|
| - Pression atmosphérique (hPa) : 1010 à 1014 | - Conditions météorologiques (J-1/J) : beau, chaud |
| - Direction du vent : vers le Nord-Ouest | - Température (°C) : 17,3 à 24,3 |
| - Vitesse du vent (km/h) : - | - Humidité (%) : 54 à 65 |

Echantillonnage

Nom échantillon	Pompe	Profondeur de prlv (m/repère)	Paramètres analysés	Type de support	Heure début	Temps de pompage (min)	Volume pompé (l)*
Pa5-1	C	1,8	TPH	Charbon actif	(07/08) 9h17	120	59,863
Pa5-2	C		HC, COHV, CAV, N	Charbon actif	(07/08) 11h17	120	59,943
Pa5-3	B		Hg	Hopkalite	(07/08) 14h27	60	30,111
Pa5-4a	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 9h44	17	3,480
Pa5-4b	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 10h01	17	3,389

- Laboratoire d'analyses : Laboratoire WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38)

Observations:

Mesure au PID dans le piézair avant la purge = 0,6 ppmV

* Les débits et les volumes pompés sont les valeurs réelles lues sur les appareils de mesures

Siège social

SEREA - Parc d'Activités de Ragon
3 rue Ampère - 44119 TREILLIÈRES
Tél : 02 40 54 50 37 - Fax : 02 40 33 91 86

Agence Bretagne

SEREA - 165 rue de La Montagne du Salut
PA Technellys - Bât. A - 56600 LANESTER
Tél : 02 90 74 80 14 - Fax : 02 90 74 80 13

FICHE DE PRELEVEMENT AIR DU SOL

Affaire n°: SER15171

Intitulé : Ville de La Roche-sur-Yon

Responsable de l'affaire : P. LANDELLE

Commune : La Roche-sur-Yon

Occupation des sols autour du point : espace vert

Préleveur(s) : P. LANDELLE

Désignation du point : Pa6

Date : 07 et 08/07/2015

Outil de purge : Pompe Gilair

Outil de prélèvement : Pompe Gilair

Description de l'ouvrage

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Nature du repère : Bouche à clef - Profondeur de l'ouvrage (m/repère) : 2,5 - Description de l'équipement : <ul style="list-style-type: none"> Partie pleine (m) : -1 / 0 Partie crépinée (m) : -2,5 / -1 - Type d'étanchéité de surface : aucune | <ul style="list-style-type: none"> - Hauteur du repère / sol (m) : 0 - Diamètre intérieur de l'ouvrage (mm) : 24 - Volume de l'ouvrage (l) : 1,1 - Volume minimum à purger (l) : 3,3 - Présence d'eau dans l'ouvrage (O/N) : N Si oui, profondeur (m/repère) : - |
|---|--|

Description des pompes

Pompe*	B	C	D	B (Tedlar)
Débit avant campagne (l/min)	0,5028	0,5037	0,5004	0,2012
Débit après campagne (l/min)	0,4989	0,4950	0,4922	0,2001

Description de la purge

- Pompe utilisée : D
- Temps de pompage (min) : 12
- Volume purgé (l) : 6

Conditions météorologiques (station météo interne)

- Pression atmosphérique (hPa) : 1010 à 1014
- Conditions météorologiques (J-1/J) : beau, chaud
- Direction du vent : vers le Nord-Ouest
- Température (°C) : 17,3 à 24,3
- Vitesse du vent (km/h) : -
- Humidité (%) : 54 à 65

Echantillonnage

Nom échantillon	Pompe	Profondeur de prlv (m/repère)	Paramètres analysés	Type de support	Heure début	Temps de pompage (min)	Volume pompé (l)*
Pa6-1	D	1,8	TPH	Charbon actif	(07/08) 14h18	121	60,384
Pa6-2	D		HC, COHV, CAV, N	Charbon actif	(07/08) 11h17	120	59,874
Pa6-3	B		Hg	Hopkalite	(07/08) 9h10	60	29,987
Pa6-4a	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 9h07	12	2,420
Pa6-4b	B		Biogaz	Sac Tedlar	(08/08) 9h25	12	2,542

- Laboratoire d'analyses : Laboratoire WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38)

Observations:

Mesure au PID dans le piézair avant la purge = 2,4 ppmV

* Les débits et les volumes pompés sont les valeurs réelles lues sur les appareils de mesures

Siège social

SEREA - Parc d'Activités de Ragon
3 rue Ampère - 44119 TREILLIERES
Tél : 02 40 54 50 37 - Fax : 02 40 33 91 86

Agence Bretagne

SEREA - 165 rue de La Montagne du Salut
PA Technelley - Bât. A - 56600 LANESTER
Tél : 02 90 74 80 14 - Fax : 02 90 74 80 13

**Annexe 6 : Rapport d'essai d'analyses
du laboratoire - Air du sol (28 pages)**



Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Laboratoire WESSLING, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

SEREA

Madame Pauline LANDELLE

Parc d'Activités de Ragon, 3 rue Ampère

44119 TREILLIERES

Rapport d'essai n°:	ULY15-007085-1
Commande n°:	ULY-05182-15
Interlocuteur:	C. Rivière
Téléphone:	33 474 999 634
eMail:	Celine.Riviere@wessling.fr
Date:	17.07.2015

Rapport d'essai

SER15171

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai, sous réserve du flaconnage reçu (hors flaconnage Wessling), du respect des conditions de conservation des échantillons jusqu'au laboratoire d'analyses et du temps imparti entre le prélèvement et l'analyse préconisé dans les normes suivies.

Les méthodes couvertes par l'accréditation EN ISO 17025 sont marquées d'un A dans le tableau récapitulatif en fin de rapport au niveau des normes.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais est disponible sur www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling de Lyon.

Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 (www.as.dakks.de).

Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAT sous le numéro NAT-1-1398 (www.nat.hu).

Les essais effectués par le laboratoire polonais de Krakow sont accrédités par le PCA sous le numéro AB 918 (www.pca.gov.pl).

Ce rapport d'essai ne peut-être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING (EN ISO 17025).

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-01	15-098507-01-1	15-098507-02	
Désignation d'échantillon	Unité	Pa1 - 1 - Couche de Mesure	Pa1 - 1 - Couche de Contrôle	Pa1 - 2 - Couche de Mesure
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)				
Benzène	µg G			<0,5
Toluène	µg G			<0,6
Ethylbenzène	µg G			<0,5
m-, p-Xylène	µg G			<0,8
o-Xylène	µg G			1
Cumène	µg G			0,7
m-, p-Ethyltoluène	µg G			<0,5
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G			<0,5
o-Ethyltoluène	µg G			<0,5
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G			<0,5
Naphtalène	µg G			<0,5
Somme des CAV	µg G			1,7
Indice hydrocarbures volatils C5-C10				
Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G			500
Somme des C5	µg G			<8
Somme des C6	µg G			<8
Somme des C7	µg G			8,1
Somme des C8	µg G			43
Somme des C9	µg G			140
Somme des C10	µg G			310
Somme des C11	µg G			17
Somme des C12	µg G			<8
Somme des C13	µg G			<8
Somme des C14	µg G			<8
Somme des C15	µg G			<8
Somme des C16	µg G			<8
TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques				
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G	<5	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G	11	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G	93	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G	330	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G	630	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G	240	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G	15	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G	<5	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G	<5	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G	<5	<5	
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G	<5	<5	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G	<2	<2	
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G	<2	<2	
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G	3	<2	
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G	4	<2	
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G	<2	<2	
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G	<2	<2	
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G	<2	<2	
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G	<2	<2	
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G	<2	<2	
Méthane (CH4)	Vol. % G			
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G			
Oxygène (O2)	Vol. % G			
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G			
Azote (N2)	Vol. % G			
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G			
Mercure (Hg)	µg G			

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	Unité	15-098507-01 Pa1 - 1 -Couche de Mesure	15-098507-01-1 Pa1 - 1 - Couche de Contrôle	15-098507-02 Pa1 - 2 -Couche de Mesure
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)				
Chlorure de vinyle	µg G			<0,5
Dichlorométhane	µg G			<0,5
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
Trichlorométhane	µg G			<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg G			<0,5
Tétrachlorométhane	µg G			<0,5
Trichloroéthylène	µg G			<0,5
Tétrachloroéthylène	µg G			<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg G			<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg G			<0,5
Somme des COHV	µg G			-/-

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-02-1	15-098507-03	15-098507-04
Désignation d'échantillon	Pa1 - 2 - Couche de Contrôle	Pa1 - 3 - Couche de Mesure	Pa1 - 4 - Couche de Mesure
	Unité		
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G	<0,5	
Toluène	µg G	<0,5	
Ethylbenzène	µg G	<0,5	
m-, p-Xylène	µg G	<0,5	
o-Xylène	µg G	<0,5	
Cumène	µg G	<0,5	
m-, p-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	<0,5	
o-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	<0,5	
Naphtalène	µg G	<0,5	
Somme des CAV	µg G	-/-	
Indice hydrocarbures volatils C5-C10			
Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G	<50	
Somme des C5	µg G	<8	
Somme des C6	µg G	<8	
Somme des C7	µg G	<8	
Somme des C8	µg G	<8	
Somme des C9	µg G	<8	
Somme des C10	µg G	<8	
Somme des C11	µg G	<8	
Somme des C12	µg G	<8	
Somme des C13	µg G	<8	
Somme des C14	µg G	<8	
Somme des C15	µg G	<8	
Somme des C16	µg G	<8	
TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques			
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G		
Méthane (CH4)	Vol. % G		<0,1
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G		11
Oxygène (O2)	Vol. % G		13,4
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G		<1
Azote (N2)	Vol. % G		75,6
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G		0
Mercure (Hg)	µg G	<0,2	

Rapport d'essai n°.: ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-02-1 Pa1 - 2 - Couche de Contrôle	15-098507-03 Pa1 - 3 -Couche de Mesure	15-098507-04 Pa1 - 4 -Couche de Mesure
Désignation d'échantillon	Unité		
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)			
Chlorure de vinyle	µg G	<0,5	
Dichlorométhane	µg G	<0,5	
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5	
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5	
Trichlorométhane	µg G	<0,5	
1,1,1-Trichloroéthane	µg G	<0,5	
Tétrachlorométhane	µg G	<0,5	
Trichloroéthylène	µg G	<0,5	
Tétrachloroéthylène	µg G	<0,5	
1,1-Dichloroéthane	µg G	<0,5	
1,1-Dichloroéthylène	µg G	<0,5	
1,2-Dichloroéthane	µg G	<0,5	
Somme des COHV	µg G	-/-	

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-05	15-098507-05-1	15-098507-06
Désignation d'échantillon	Pa2 - 1 -Couche de Mesure	Pa2 - 1 - Couche de Contrôle	Pa2 - 2 -Couche de Mesure
	Unité		
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G		<0,5
Toluène	µg G		0,5
Ethylbenzène	µg G		<0,5
m-, p-Xylène	µg G		3,6
o-Xylène	µg G		3
Cumène	µg G		1,7
m-, p-Ethyltoluène	µg G		<0,5
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G		0,9
o-Ethyltoluène	µg G		1
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G		2,5
Naphtalène	µg G		<0,5
Somme des CAV	µg G		13

Indice hydrocarbures volatils C5-C10

Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G		590
Somme des C5	µg G		<8
Somme des C6	µg G		<8
Somme des C7	µg G		<8
Somme des C8	µg G		27
Somme des C9	µg G		140
Somme des C10	µg G		420
Somme des C11	µg G		28
Somme des C12	µg G		<8
Somme des C13	µg G		<8
Somme des C14	µg G		<8
Somme des C15	µg G		<8
Somme des C16	µg G		<8

TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques

Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G	8	<5
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G	70	<5
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G	290	<5
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G	850	<5
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G	410	<5
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G	42	<5
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G	13	<2
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G	12	<2
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G	<2	<2

Méthane (CH4)	Vol. % G
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G
Oxygène (O2)	Vol. % G
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G
Azote (N2)	Vol. % G
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G
Mercure (Hg)	µg G

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	Unité	15-098507-05	15-098507-05-1	15-098507-06
		Pa2 - 1 -Couche de Mesure	Pa2 - 1 - Couche de Contrôle	Pa2 - 2 -Couche de Mesure
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)				
Chlorure de vinyle	µg G			<0,5
Dichlorométhane	µg G			<0,5
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
Trichlorométhane	µg G			<0,5
1,1,1-Trichloroéthane	µg G			<0,5
Tétrachlorométhane	µg G			<0,5
Trichloroéthylène	µg G			<0,5
Tétrachloroéthylène	µg G			<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg G			<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg G			<0,5
Somme des COHV	µg G			-/-

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-06-1	15-098507-07	15-098507-08
Désignation d'échantillon	Pa2 - 2 - Couche de Contrôle	Pa2 - 3 - Couche de Mesure	Pa2 - 4 - Couche de Mesure
Unité			
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G	<0,5	
Toluène	µg G	<0,5	
Ethylbenzène	µg G	<0,5	
m-, p-Xylène	µg G	<0,5	
o-Xylène	µg G	<0,5	
Cumène	µg G	<0,5	
m-, p-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	<0,5	
o-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	<0,5	
Naphtalène	µg G	<0,5	
Somme des CAV	µg G	-/-	
Indice hydrocarbures volatils C5-C10			
Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G	<50	
Somme des C5	µg G	<8	
Somme des C6	µg G	<8	
Somme des C7	µg G	<8	
Somme des C8	µg G	<8	
Somme des C9	µg G	<8	
Somme des C10	µg G	<8	
Somme des C11	µg G	<8	
Somme des C12	µg G	<8	
Somme des C13	µg G	<8	
Somme des C14	µg G	<8	
Somme des C15	µg G	<8	
Somme des C16	µg G	<8	
TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques			
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G		
Méthane (CH4)	Vol. % G		<0,1
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G		6
Oxygène (O2)	Vol. % G		16,7
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G		<1
Azote (N2)	Vol. % G		77,3
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G		0
Mercure (Hg)	µg G	<0,2	

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	Unité	15-098507-06-1	15-098507-07	15-098507-08
		Pa2 - 2 - Couche de Contrôle	Pa2 - 3 -Couche de Mesure	Pa2 - 4 -Couche de Mesure
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)				
Chlorure de vinyle	µg G	<0,5		
Dichlorométhane	µg G	<0,5		
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5		
Trichlorométhane	µg G	<0,5		
1,1,1-Trichloroéthane	µg G	<0,5		
Tétrachlorométhane	µg G	<0,5		
Trichloroéthylène	µg G	<0,5		
Tétrachloroéthylène	µg G	<0,5		
1,1-Dichloroéthane	µg G	<0,5		
1,1-Dichloroéthylène	µg G	<0,5		
1,2-Dichloroéthane	µg G	<0,5		
Somme des COHV	µg G	-/-		

Rapport d'essai n°.: ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-09	15-098507-09-1	15-098507-10
Désignation d'échantillon	Pa3 - 1 -Couche de Mesure	Pa3 - 1 - Couche de Contrôle	Pa3 - 2 -Couche de Mesure
Unité			
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G		8,4
Toluène	µg G		1,5
Ethylbenzène	µg G		0,5
m-, p-Xylène	µg G		1,7
o-Xylène	µg G		<1,6
Cumène	µg G		<0,5
m-, p-Ethyltoluène	µg G		<0,5
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G		<0,5
o-Ethyltoluène	µg G		<0,5
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G		<0,5
Naphtalène	µg G		<0,5
Somme des CAV	µg G		12

Indice hydrocarbures volatils C5-C10

Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G		1900
Somme des C5	µg G		540
Somme des C6	µg G		71
Somme des C7	µg G		460
Somme des C8	µg G		310
Somme des C9	µg G		310
Somme des C10	µg G		160
Somme des C11	µg G		<8
Somme des C12	µg G		<8
Somme des C13	µg G		<8
Somme des C14	µg G		<8
Somme des C15	µg G		<8
Somme des C16	µg G		<8

TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques

Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G	100	<5
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G	180	<5
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G	520	<5
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G	300	<5
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G	96	<5
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G	9	<5
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G	9	<5
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G	10	<2
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G	3	<2
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G	<2	<2

Méthane (CH4)	Vol. % G		
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G		
Oxygène (O2)	Vol. % G		
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G		
Azote (N2)	Vol. % G		
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G		
Mercure (Hg)	µg G		

Rapport d'essai n°.: ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	Unité	15-098507-09 Pa3 - 1 -Couche de Mesure	15-098507-09-1 Pa3 - 1 - Couche de Contrôle	15-098507-10 Pa3 - 2 -Couche de Mesure
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)				
Chlorure de vinyle	µg G			<0,5
Dichlorométhane	µg G			<3,3
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
Trichlorométhane	µg G			<22
1,1,1-Trichloroéthane	µg G			<0,5
Tétrachlorométhane	µg G			<0,5
Trichloroéthylène	µg G			<0,5
Tétrachloroéthylène	µg G			<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg G			<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg G			<0,7
Somme des COHV	µg G			-/-

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-10-1	15-098507-11	15-098507-12
Désignation d'échantillon	Pa3 - 2 - Couche de Contrôle	Pa3 - 3 - Couche de Mesure	Pa3 - 4 - Couche de Mesure
	Unité		
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G	<0,5	
Toluène	µg G	<0,5	
Ethylbenzène	µg G	<0,5	
m-, p-Xylène	µg G	<0,5	
o-Xylène	µg G	<0,5	
Cumène	µg G	<0,5	
m-, p-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	<0,5	
o-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	<0,5	
Naphtalène	µg G	<0,5	
Somme des CAV	µg G	-/-	

Indice hydrocarbures volatils C5-C10

Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G	<50
Somme des C5	µg G	<8
Somme des C6	µg G	<8
Somme des C7	µg G	<8
Somme des C8	µg G	<8
Somme des C9	µg G	<8
Somme des C10	µg G	<8
Somme des C11	µg G	<8
Somme des C12	µg G	<8
Somme des C13	µg G	<8
Somme des C14	µg G	<8
Somme des C15	µg G	<8
Somme des C16	µg G	<8

TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques

Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G	
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G	
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G	
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G	
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G	
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G	
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G	
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G	
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G	
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G	
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G	

Méthane (CH4)	Vol. % G	24,8
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G	14
Oxygène (O2)	Vol. % G	0,3
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G	2
Azote (N2)	Vol. % G	60,9
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G	6
Mercure (Hg)	µg G	<0,2

Rapport d'essai n°: ULY15-007085-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-10-1	15-098507-11	15-098507-12
Désignation d'échantillon	Pa3 - 2 - Couche de Contrôle	Pa3 - 3 -Couche de Mesure	Pa3 - 4 -Couche de Mesure
Unité			
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)			
Chlorure de vinyle	µg G	<0,5	
Dichlorométhane	µg G	<0,5	
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5	
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5	
Trichlorométhane	µg G	<0,5	
1,1,1-Trichloroéthane	µg G	<0,5	
Tétrachlorométhane	µg G	<0,5	
Trichloroéthylène	µg G	<0,5	
Tétrachloroéthylène	µg G	<0,5	
1,1-Dichloroéthane	µg G	<0,5	
1,1-Dichloroéthylène	µg G	<0,5	
1,2-Dichloroéthane	µg G	<0,5	
Somme des COHV	µg G	-/-	

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-13	15-098507-13-1	15-098507-14
Désignation d'échantillon	Pa4 - 1 -Couche de Mesure	Pa4 - 1 - Couche de Contrôle	Pa4 - 2 -Couche de Mesure
Unité			
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G		<2,2
Toluène	µg G		2
Ethylbenzène	µg G		0,8
m- p-Xylène	µg G		5,3
o-Xylène	µg G		3,7
Cumène	µg G		1
m- p-Ethyltoluène	µg G		<0,5
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G		<0,5
o-Ethyltoluène	µg G		<0,5
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G		<0,5
Naphtalène	µg G		<0,5
Somme des CAV	µg G		13

Indice hydrocarbures volatils C5-C10

Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G		2200
Somme des C5	µg G		470
Somme des C6	µg G		120
Somme des C7	µg G		390
Somme des C8	µg G		380
Somme des C9	µg G		500
Somme des C10	µg G		380
Somme des C11	µg G		8,8
Somme des C12	µg G		9,5
Somme des C13	µg G		<8
Somme des C14	µg G		<8
Somme des C15	µg G		<8
Somme des C16	µg G		<8

TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques

Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G	910	<5
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G	190	<5
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G	400	<5
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G	320	<5
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G	130	<5
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G	11	<5
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G	8	<5
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G	2	<2
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G	7	<2
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G	<2	<2

Méthane (CH4)	Vol. % G	
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G	
Oxygène (O2)	Vol. % G	
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G	
Azote (N2)	Vol. % G	
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G	
Mercure (Hg)	µg G	

Rapport d'essai n°.: ULY15-007085-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-13	15-098507-13-1	15-098507-14
Désignation d'échantillon	Pa4 - 1 -Couche de Mesure	Pa4 - 1 - Couche de Contrôle	Pa4 - 2 -Couche de Mesure
Unité			
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)			
Chlorure de vinyle	µg G		<0,5
Dichlorométhane	µg G		<5,2
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G		<0,5
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G		<0,5
Trichlorométhane	µg G		<19
1,1,1-Trichloroéthane	µg G		<0,5
Tétrachlorométhane	µg G		<0,5
Trichloroéthylène	µg G		0,8
Tétrachloroéthylène	µg G		<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg G		<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg G		<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg G		<0,5
Somme des COHV	µg G		0,8



Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-14-1	15-098507-15	15-098507-16
Désignation d'échantillon	Pa4 - 2 - Couche de Contrôle	Pa4 - 3 - Couche de Mesure	Pa4 - 4 - Couche de Mesure
Unité			
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G	<0,5	
Toluène	µg G	<0,5	
Ethylbenzène	µg G	<0,5	
m-, p-Xylène	µg G	<0,5	
o-Xylène	µg G	<0,5	
Cumène	µg G	<0,5	
m-, p-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	<0,5	
o-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	<0,5	
Naphtalène	µg G	<0,5	
Somme des CAV	µg G	-/-	
Indice hydrocarbures volatils C5-C10			
Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G	<50	
Somme des C5	µg G	<8	
Somme des C6	µg G	<8	
Somme des C7	µg G	<8	
Somme des C8	µg G	<8	
Somme des C9	µg G	<8	
Somme des C10	µg G	<8	
Somme des C11	µg G	<8	
Somme des C12	µg G	<8	
Somme des C13	µg G	<8	
Somme des C14	µg G	<8	
Somme des C15	µg G	<8	
Somme des C16	µg G	<8	
TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques			
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G		
Méthane (CH4)	Vol. % G		30,2
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G		13
Oxygène (O2)	Vol. % G		0,2
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G		1
Azote (N2)	Vol. % G		56,6
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G		6
Mercure (Hg)	µg G	<0,2	

Rapport d'essai n°.: ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-14-1 Pa4 - 2 - Couche de Contrôle	15-098507-15 Pa4 - 3 -Couche de Mesure	15-098507-16 Pa4 - 4 -Couche de Mesure
Désignation d'échantillon	Unité		
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)			
Chlorure de vinyle	µg G	<0,5	
Dichlorométhane	µg G	<0,5	
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5	
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5	
Trichlorométhane	µg G	<0,5	
1,1,1-Trichloroéthane	µg G	<0,5	
Tétrachlorométhane	µg G	<0,5	
Trichloroéthylène	µg G	<0,5	
Tétrachloroéthylène	µg G	<0,5	
1,1-Dichloroéthane	µg G	<0,5	
1,1-Dichloroéthylène	µg G	<0,5	
1,2-Dichloroéthane	µg G	<0,5	
Somme des COHV	µg G	-/-	

Rapport d'essai n°.: ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-17	15-098507-17-1	15-098507-18
Désignation d'échantillon	Pa5 - 1 -Couche de Mesure	Pa5 - 1 - Couche de Contrôle	Pa5 - 2 -Couche de Mesure
	Unité		
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G		3,1
Toluène	µg G		1,4
Ethylbenzène	µg G		<0,5
m-, p-Xylène	µg G		1,3
o-Xylène	µg G		<1,6
Cumène	µg G		1,5
m-, p-Ethyltoluène	µg G		<0,5
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G		<0,5
o-Ethyltoluène	µg G		<0,5
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G		<0,5
Naphtalène	µg G		<0,5
Somme des CAV	µg G		7,3

Indice hydrocarbures volatils C5-C10			
Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G		2400
Somme des C5	µg G		410
Somme des C6	µg G		76
Somme des C7	µg G		220
Somme des C8	µg G		500
Somme des C9	µg G		630
Somme des C10	µg G		610
Somme des C11	µg G		22
Somme des C12	µg G		<8
Somme des C13	µg G		<8
Somme des C14	µg G		<8
Somme des C15	µg G		<8
Somme des C16	µg G		<8

TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques			
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G	690	<5
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G	140	<5
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G	450	<5
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G	680	<5
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G	300	<5
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G	59	<5
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G	6	<5
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G	4	<2
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G	3	<2
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G	<2	<2

Méthane (CH4)	Vol. % G	
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G	
Oxygène (O2)	Vol. % G	
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G	
Azote (N2)	Vol. % G	
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G	
Mercure (Hg)	µg G	

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-17	15-098507-17-1	15-098507-18
Désignation d'échantillon	Pa5 - 1 -Couche de Mesure	Pa5 - 1 - Couche de Contrôle	Pa5 - 2 -Couche de Mesure
Unité			
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)			
Chlorure de vinyle	µg G		<0,5
Dichlorométhane	µg G		<0,5
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G		<0,5
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G		<0,5
Trichlorométhane	µg G		<6,9
1,1,1-Trichloroéthane	µg G		<0,5
Tétrachlorométhane	µg G		<0,5
Trichloroéthylène	µg G		0,5
Tétrachloroéthylène	µg G		<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg G		<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg G		<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg G		<0,5
Somme des COHV	µg G		0,5

Rapport d'essai n°.: ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-18-1 Pa5 - 2 - Couche de Contrôle	15-098507-19 Pa5 - 3 -Couche de Mesure	15-098507-20 Pa5 - 4 -Couche de Mesure
Désignation d'échantillon	Unité		
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G	<0,5	
Toluène	µg G	<0,5	
Ethylbenzène	µg G	<0,5	
m- p-Xylène	µg G	<0,5	
o-Xylène	µg G	<0,5	
Cumène	µg G	<0,5	
m- p-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	<0,5	
o-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	<0,5	
Naphtalène	µg G	<0,5	
Somme des CAV	µg G	-/-	
Indice hydrocarbures volatils C5-C10			
Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G	<50	
Somme des C5	µg G	<8	
Somme des C6	µg G	<8	
Somme des C7	µg G	<8	
Somme des C8	µg G	<8	
Somme des C9	µg G	<8	
Somme des C10	µg G	<8	
Somme des C11	µg G	<8	
Somme des C12	µg G	<8	
Somme des C13	µg G	<8	
Somme des C14	µg G	<8	
Somme des C15	µg G	<8	
Somme des C16	µg G	<8	
TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques			
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G		
Méthane (CH4)	Vol. % G		20,7
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G		16
Oxygène (O2)	Vol. % G		0,3
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G		<1
Azote (N2)	Vol. % G		63
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G		4
Mercure (Hg)	µg G	<0,2	

Rapport d'essai n°: ULY15-007085-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon		15-098507-18-1	15-098507-19	15-098507-20
Désignation d'échantillon	Unité	Pa5 - 2 - Couche de Contrôle	Pa5 - 3 -Couche de Mesure	Pa5 - 4 -Couche de Mesure
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)				
Chlorure de vinyle	µg G	<0,5		
Dichlorométhane	µg G	<0,5		
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5		
Trichlorométhane	µg G	<0,5		
1,1,1-Trichloroéthane	µg G	<0,5		
Tétrachlorométhane	µg G	<0,5		
Trichloroéthylène	µg G	<0,5		
Tétrachloroéthylène	µg G	<0,5		
1,1-Dichloroéthane	µg G	<0,5		
1,1-Dichloroéthylène	µg G	<0,5		
1,2-Dichloroéthane	µg G	<0,5		
Somme des COHV	µg G	-/-		

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-21	15-098507-21-1	15-098507-22
Désignation d'échantillon	Pa6 - 1 -Couche	Pa6 - 1 - Couche	Pa6 - 2 -Couche
	de Mesure	de Contrôle	de Mesure
Unité			
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G		12
Toluène	µg G		1,5
Ethylbenzène	µg G		0,8
m-, p-Xylène	µg G		2,7
o-Xylène	µg G		<3,4
Cumène	µg G		1,5
m-, p-Ethyltoluène	µg G		<0,5
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G		<0,5
o-Ethyltoluène	µg G		<0,5
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G		<0,5
Naphtalène	µg G		<0,5
Somme des CAV	µg G		19

Indice hydrocarbures volatils C5-C10			
Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G		3400
Somme des C5	µg G		600
Somme des C6	µg G		150
Somme des C7	µg G		510
Somme des C8	µg G		680
Somme des C9	µg G		860
Somme des C10	µg G		590
Somme des C11	µg G		8,4
Somme des C12	µg G		<8
Somme des C13	µg G		<8
Somme des C14	µg G		<8
Somme des C15	µg G		<8
Somme des C16	µg G		<8

TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques			
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G	1200	<5
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G	320	<5
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G	800	<5
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G	860	<5
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G	590	<5
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G	32	<5
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G	<5	<5
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G	16	<2
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G	2	<2
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G	7	<2
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G	3	<2
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G	<2	<2
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G	<2	<2

Méthane (CH4)	Vol. % G
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G
Oxygène (O2)	Vol. % G
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G
Azote (N2)	Vol. % G
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G
Mercure (Hg)	µg G

Rapport d'essai n°.: ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon		15-098507-21 Pa6 - 1 -Couche de Mesure	15-098507-21-1 Pa6 - 1 - Couche de Contrôle	15-098507-22 Pa6 - 2 -Couche de Mesure
Désignation d'échantillon	Unité			
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)				
Chlorure de vinyle	µg G			<0,5
Dichlorométhane	µg G			<0,5
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G			<1,4
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G			<1,1
Trichlorométhane	µg G			<23
1,1,1-Trichloroéthane	µg G			<0,5
Tétrachlorométhane	µg G			<0,5
Trichloroéthylène	µg G			<1,8
Tétrachloroéthylène	µg G			<0,5
1,1-Dichloroéthane	µg G			<0,5
1,1-Dichloroéthylène	µg G			<0,5
1,2-Dichloroéthane	µg G			<0,5
Somme des COHV	µg G			-/-

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	15-098507-22-1 Pa6 - 2 - Couche de Contrôle	15-098507-23 Pa6 - 3 -Couche de Mesure	15-098507-24 Pa6 - 4 -Couche de Mesure
Désignation d'échantillon	Unité		
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	µg G	<0,5	
Toluène	µg G	<0,5	
Ethylbenzène	µg G	<0,5	
m- p-Xylène	µg G	<0,5	
o-Xylène	µg G	<0,5	
Cumène	µg G	<0,5	
m-, p-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	<0,5	
o-Ethyltoluène	µg G	<0,5	
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	<0,5	
Naphtalène	µg G	<0,5	
Somme des CAV	µg G	-/-	
Indice hydrocarbures volatils C5-C10			
Indice hydrocarbure (C5-C10)	µg G	<50	
Somme des C5	µg G	<8	
Somme des C6	µg G	<8	
Somme des C7	µg G	<8	
Somme des C8	µg G	<8	
Somme des C9	µg G	<8	
Somme des C10	µg G	<8	
Somme des C11	µg G	<8	
Somme des C12	µg G	<8	
Somme des C13	µg G	<8	
Somme des C14	µg G	<8	
Somme des C15	µg G	<8	
Somme des C16	µg G	<8	
TPH C6-C40 : spéciation aromatiques / aliphatiques			
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/ech. G		
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/ech. G		
Méthane (CH4)	Vol. % G		38,8
Dioxyde de carbone (CO2)	Vol. % G		23
Oxygène (O2)	Vol. % G		0,5
Sulfure d'hydrogène (H2S)	Vol. ppm G		12
Azote (N2)	Vol. % G		37,7
Monoxyde de carbone (CO)	Vol. ppm G		7
Mercure (Hg)	µg G	<0,2	

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

N° d'échantillon	Unité	15-098507-22-1	15-098507-23	15-098507-24
		Pa6 - 2 - Couche de Contrôle	Pa6 - 3 -Couche de Mesure	Pa6 - 4 -Couche de Mesure
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV)				
Chlorure de vinyle	µg G	<0,5		
Dichlorométhane	µg G	<0,5		
cis-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5		
trans-1,2-Dichloroéthylène	µg G	<0,5		
Trichlorométhane	µg G	<0,5		
1,1,1-Trichloroéthane	µg G	<0,5		
Tétrachlorométhane	µg G	<0,5		
Trichloroéthylène	µg G	<0,5		
Tétrachloroéthylène	µg G	<0,5		
1,1-Dichloroéthane	µg G	<0,5		
1,1-Dichloroéthylène	µg G	<0,5		
1,2-Dichloroéthane	µg G	<0,5		
Somme des COHV	µg G	-/-		

Rapport d'essai n°.: ULY15-007085-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	15-098507-01	15-098507-01-1	15-098507-02	15-098507-03	15-098507-04	15-098507-05	15-098507-06
Date de réception:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Désignation	Pa1 - 1 -Couche de Mesure	Pa1 - 1 - Couche de Contrôle	Pa1 - 2 -Couche de Mesure	Pa1 - 3 -Couche de Mesure	Pa1 - 4 -Couche de Mesure	Pa2 - 1 -Couche de Mesure	Pa2 - 2 -Couche de Mesure
Type d'échantillons:	Air	Air	Air	Air	Air	Air	Air
Prélèvement:	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015
Récipient:	1CA	1CA	1CA	1Hopkalite	2 Sacs Tedlars	1CA	1CA
Nombre de récipients:	1	1	1	1	2	1	1
Température de réception (C°):	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
Début des analyses:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Fin des analyses:	17.07.2015	17.07.2015	16.07.2015	17.07.2015	15.07.2015	17.07.2015	16.07.2015
Echantillon-n°	15-098507-07	15-098507-08	15-098507-09	15-098507-10	15-098507-11	15-098507-12	15-098507-13
Date de réception:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Désignation	Pa2 - 3 -Couche de Mesure	Pa2 - 4 -Couche de Mesure	Pa3 - 1 -Couche de Mesure	Pa3 - 2 -Couche de Mesure	Pa3 - 3 -Couche de Mesure	Pa3 - 4 -Couche de Mesure	Pa4 - 1 -Couche de Mesure
Type d'échantillons:	Air	Air	Air	Air	Air	Air	Air
Prélèvement:	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015
Récipient:	1Hopkalite	2 Sacs Tedlars	1CA	1CA	1Hopkalite	2 Sacs Tedlars	1CA
Nombre de récipients:	1	2	1	1	1	2	1
Température de réception (C°):	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
Début des analyses:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Fin des analyses:	17.07.2015	15.07.2015	17.07.2015	16.07.2015	17.07.2015	15.07.2015	17.07.2015
Echantillon-n°	15-098507-14	15-098507-15	15-098507-16	15-098507-17	15-098507-18	15-098507-19	15-098507-20
Date de réception:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Désignation	Pa4 - 2 -Couche de Mesure	Pa4 - 3 -Couche de Mesure	Pa4 - 4 -Couche de Mesure	Pa5 - 1 -Couche de Mesure	Pa5 - 2 -Couche de Mesure	Pa5 - 3 -Couche de Mesure	Pa5 - 4 -Couche de Mesure
Type d'échantillons:	Air	Air	Air	Air	Air	Air	Air
Prélèvement:	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015
Récipient:	1CA	1Hopkalite	2 Sacs Tedlars	1CA	1CA	1Hopkalite	2 Sacs Tedlars
Nombre de récipients:	1	1	2	1	1	1	2
Température de réception (C°):	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
Début des analyses:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Fin des analyses:	16.07.2015	17.07.2015	15.07.2015	17.07.2015	16.07.2015	17.07.2015	15.07.2015
Echantillon-n°	15-098507-21	15-098507-22	15-098507-23	15-098507-24	15-098507-02-1	15-098507-05-1	15-098507-06-1
Date de réception:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Désignation	Pa6 - 1 -Couche de Mesure	Pa6 - 2 -Couche de Mesure	Pa6 - 3 -Couche de Mesure	Pa6 - 4 -Couche de Mesure	Pa1 - 2 - Couche de Contrôle	Pa2 - 1 - Couche de Contrôle	Pa2 - 2 - Couche de Contrôle
Type d'échantillons:	Air	Air	Air	Air	Air	Air	Air
Prélèvement:	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015
Récipient:	1CA	1CA	1Hopkalite	2 Sacs Tedlars	2 Sacs Tedlars	2 Sacs Tedlars	2 Sacs Tedlars
Nombre de récipients:	1	1	1	2	2	2	2
Température de réception (C°):	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
Début des analyses:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Fin des analyses:	17.07.2015	16.07.2015	17.07.2015	15.07.2015	16.07.2015	17.07.2015	16.07.2015

Rapport d'essai n° : ULY15-007085-1
 Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie - 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 - 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 - Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr - www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	15-098507-09-1	15-098507-10-1	15-098507-13-1	15-098507-14-1	15-098507-17-1	15-098507-18-1	15-098507-21-1
Date de réception:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Désignation	Pa3 - 1 - Couche de Contrôle	Pa3 - 2 - Couche de Contrôle	Pa4 - 1 - Couche de Contrôle	Pa4 - 2 - Couche de Contrôle	Pa5 - 1 - Couche de Contrôle	Pa5 - 2 - Couche de Contrôle	Pa6 - 1 - Couche de Contrôle
Type d'échantillons:	Air	Air	Air	Air	Air	Air	Air
Prélèvement:	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015	07.07.2015
Réceptier:							
Nombre de récipients:							
Température de réception (C°):	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
Début des analyses:	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015	09.07.2015
Fin des analyses:	17.07.2015	16.07.2015	17.07.2015	16.07.2015	17.07.2015	16.07.2015	17.07.2015
Echantillon-n°	15-098507-22-1						
Date de réception:	09.07.2015						
Désignation	Pa6 - 2 - Couche de Contrôle						
Type d'échantillons:	Air						
Prélèvement:	07.07.2015						
Réceptier:							
Nombre de récipients:							
Température de réception (C°):	13.8						
Début des analyses:	09.07.2015						
Fin des analyses:	16.07.2015						

Rapport d'essai n°: ULY15-007085-1
Projet : SER15171

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 17.07.2015

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Hydrocarbures volatils C5-C16 (Air ambiant)	WBSE-26(A)	Wessling Budapest (HU)
Hydrocarbures volatils (C5-C10) gaz du sol	Méth. int. CB-CA V8 selon VDI 2100 Bl.2(A)	Wessling Lyon (F)
Hydrocarbures halogénés volatils (COHV) gaz du sol	Méth. int. CB-CA V8 selon VDI 2100 Bl.2(A)	Wessling Lyon (F)
Benzene et aromatiques	Méth. Interne CB-CA V8 selon VDI 2100 Bl.2(A)	Wessling Lyon (F)
Mercure -Gaz du Sol	Méth. Interne Hg air Version 2 selon NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
Gaz de décharge- Méthode interne par analyseur de gaz	WES 727	Wessling Lyon (F)

15-098507-02

Commentaires des résultats:

Hydrocarbures C5-C16 (G), Indice hydrocarbure: Fractions aliphatiques, résultat hors champ d'accréditation car situés hors du domaine de calibration.

Remarque valable pour tous les échantillons.

Hydrocarbures C5-C16 (G), Indice hydrocarbure C12: Résultat hors champ d'accréditation au delà du C12 : le pourcentage d'extraction n'étant pas déterminé.

Remarque valable pour tous les échantillons

Les résultats fournis et les limites de quantification indiquées ne prennent pas en compte le rendement de désorption du support.
Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction d'interférences chimiques.

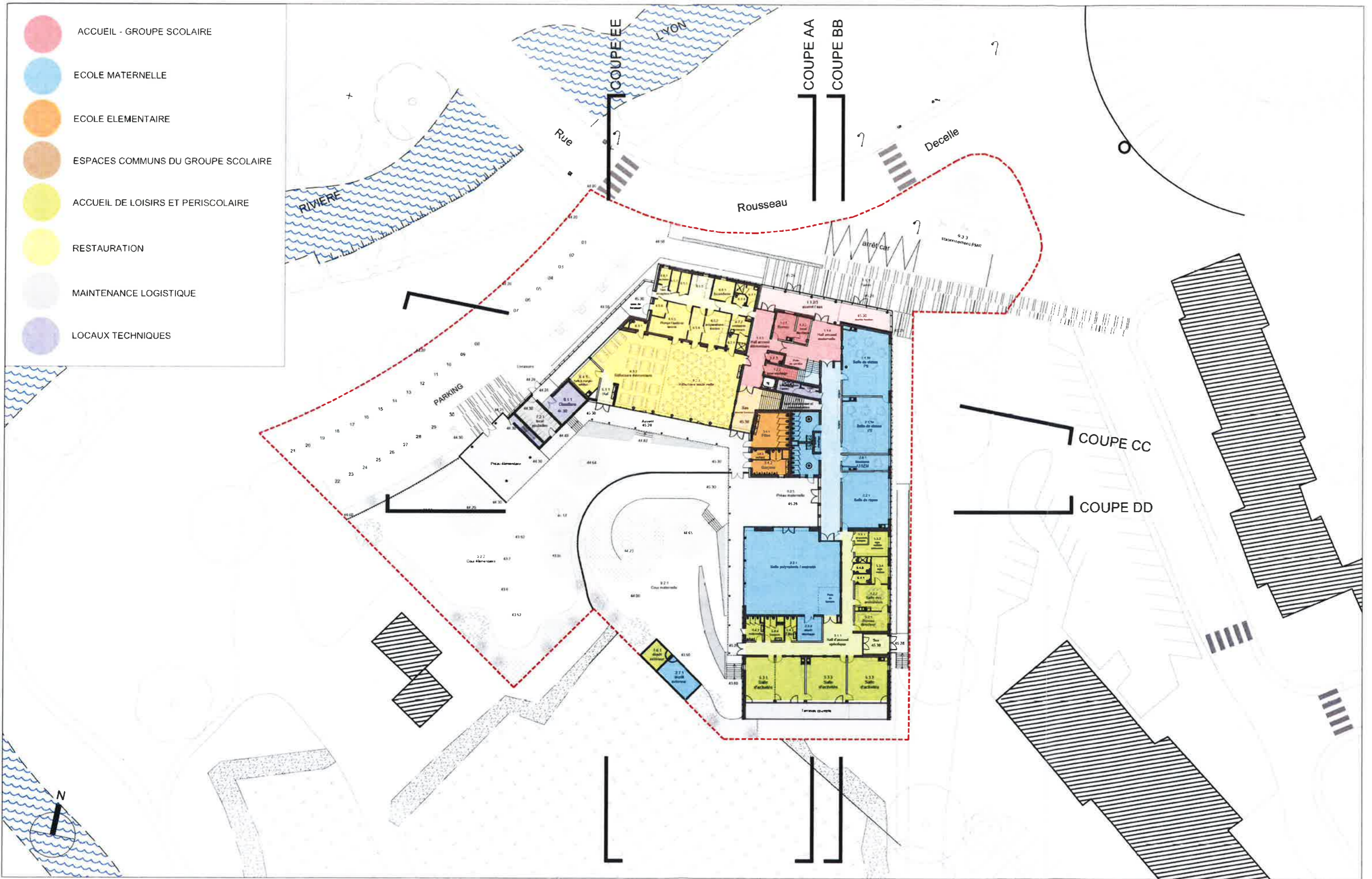
Céline RIVIERE
Chargée de Clientèle



Audrey GOUTAGNIEUX
Directrice



**Annexe 7 : Projet d'aménagement du site : groupe
scolaire Pont Boileau (1 page)**



RDC GENERAL

GROUPE SCOLAIRE PONT BOILEAU

échelle :

1/500

date :

21/07/2015

phase :

esquisse

MAITRE D'OUVRAGE :

Ville de la Roche sur Yon
1 place Napoléon - BP 829
85021 LA ROCHE SUR YON CEDEX
chargé de projet :

Agence Le Baron Gwenael

ARCHITECTE
7 rue d'Avours 44000 NANTES
T. 09 66 84 76 05
gwenael.lebaron@orange.fr

e Baron
GWENAEL
ARCHITECTE

01

Indice - C

**Annexe 8 : Evaluation Quantitative des Risques
Sanitaires (EQRS) (69 pages)**

VILLE DE LA ROCHE-SUR-YON

Projet de construction d'un groupe scolaire
à La Roche-sur-Yon (85)

Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)

Annexe au rapport
Affaire SER15171-1

Septembre 2015



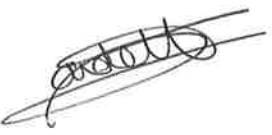
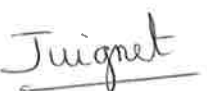



VILLE DE LA ROCHE-SUR-YON

Monsieur RAFFIN
Hôtel de Ville
Place Napoléon
85021 LA ROCHE-SUR-YON

Interlocuteur : Monsieur RAFFIN
Tel : 02 51 47 46 12
Port : 06 08 35 35 48
E-mail : raffinc@ville-larochesuryon.fr

Référence du client : bon de commande n° CP150107
Référence du rapport : SER15171
Indice : 1

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
NOM Prénom	LANDELLE Pauline	JUIGNET Nathalie	BEAULAN Joël
Fonction	Chef de projet	Ingénieur d'études	Superviseur
Signature			

SOMMAIRE

	Page
1 - Contexte	5
2 - Rappel du schéma conceptuel du projet d'aménagement	7
3 - Méthodologie générale.....	9
4 - Identification des dangers	10
4.1. Sélection des substances à prendre en compte	10
4.2. Identification du danger des substances chimiques.....	13
5 - Relation dose-réponse des substances chimiques	14
6 - Estimation des expositions.....	16
6.1. Méthodologie	16
6.2. Budget espace-temps.....	17
6.3. Détermination de la concentration en polluants dans les milieux d'exposition...	19
6.3.1. Analyses complémentaires	19
6.3.2. Concentrations retenues dans le milieu source	21
6.3.3. Concentrations en polluants dans les milieux d'exposition	22
7 - Caractérisation des risques sanitaires.....	24
7.1. Méthodologie	24
7.2. Résultats de l'EQRS.....	25
7.3. Modifications des données d'entrée.....	29
7.3.1. Modification de la concentration en sulfure d'hydrogène	29
7.3.2. Modification du scénario « élève »	30
7.3.3. Précisions sur les scénarios d'exposition et les dispositions constructives...	30
7.4. Proposition de mesures compensatoires.....	32
8 - Limites et incertitudes de l'EQRS	33

FIGURE

Figure 1 : Schéma conceptuel du projet d'aménagement incluant les mesures simples de gestion	8
--	---



TABLEAUX

Tableau 1 : Choix de substances retenues dans l'étude	11
Tableau 2 : Valeurs Toxicologiques de Référence des substances retenues.....	15
Tableau 3 : Budget Espace-Temps.....	18
Tableau 4 : Résultats d'analyses sur les sols - Granulométrie (g/kg)	19
Tableau 5 : Résultats d'analyses sur les sols - COT (%)	20
Tableau 6 : Concentrations des substances retenues dans le milieu source (mg/m ³).....	21
Tableau 7 : Résultats de l'EQRS - Scénario « <i>enseignant</i> »	26
Tableau 8 : Résultats de l'EQRS - Scénario « <i>élève</i> »	27

ANNEXES

Annexe 1 : Dangers des substances et comportement dans l'environnement	
Annexe 2 : Paramètres physico-chimiques des substances considérées dans l'étude	
Annexe 3 : Equations utilisées pour la modélisation des transferts des polluants	
Annexe 4 : Paramètres retenus pour la modélisation du transfert des polluants et de l'exposition	
Annexe 5 : Résultats détaillés de l'EQRS	
Annexe 6 : Références bibliographiques	

1 - Contexte

Dans le cadre du projet de construction du groupe scolaire « Pont Boileau » sur un site localisé rue Rousseau Decelle à La Roche-sur-Yon (85), la ville de La Roche-sur-Yon a mandaté SEREA pour réaliser une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS).

Cette prestation correspond à la mission A320 de la norme NFX31-620.

Le projet d'aménagement du site est un groupe scolaire composé de (annexe 7 du présent rapport) :

- Un bâtiment en L, de plain-pied, en R+2, localisé en partie Est et Nord-Est, accueillant des salles de classe, des salles de repos, une salle de motricité, des sanitaires, des halls d'accueil, un restaurant scolaire, une chaufferie, un local poubelles, etc... ;
- Une cour extérieure, recouverte dans son intégralité par de l'enrobé (BBSG¹), équipée de deux préaux ouverts ;
- Un parking extérieur, à l'Ouest du site, recouvert par du stabilisé (mélange de sables, d'argiles et de chaux compactés) ;
- Des cheminements piétons autour du bâtiment, recouverts de béton désactivé ou d'enrobé.

Le diagnostic de pollution de sols réalisé en juin 2015 a mis en évidence deux zones distinctes au droit du site étudié :

- **Zone Est** (mailles M1 à M7 et M12), terrain constitué d'une couche de remblais avec des déchets de démolition (béton, ferraille, verre, ...), entre environ 1,5 et 2,5 m, présentant des anomalies en métaux sur échantillon brut ;
- **Zone Ouest** (mailles M8 à M11 et M13 à M18), terrain constitué d'une couche de remblais gris à noirs avec des ordures ménagères (plastique, tissu, verre, ...), entre environ 1,5 et 3 m, présentant des impacts en hydrocarbures C₁₀-C₄₀, HAP, CAV (pseudocumène), cyanures totaux, PCB et métaux sur échantillon brut. D'après nos résultats, la couche de sables sous-jacents est moins impactée par les substances analysées.

¹ BBSG : Béton Bitumineux Semi Grenu

Le diagnostic approfondi réalisé en juillet 2015 a permis de mettre en évidence la présence de phtalates et de différents alcanes dans les sols contenant des ordures ménagères.

Il a également mis en évidence le caractère inerte des futurs déblais au Nord du site et leur admissibilité en ISDI. A noter toutefois que ces terres présentent des anomalies en métaux sur échantillon brut, avec des teneurs supérieures au fond géochimique de l'INRA.

Les six piézaires mis en place au droit de zones impactées et au droit du futur bâtiment ont permis de réaliser des prélèvements d'air du sol et de caractériser la volatilité des substances polluantes mises en évidence dans les sols.

Les mesures effectuées ont mis en évidence la présence de substances volatiles dans l'air du sol, susceptibles de se volatiliser dans l'air ambiant :

- Hydrocarbures C₅ à C₁₆ ;
- Certains CAV dont les BTEX ;
- Trichloroéthylène ;
- Biogaz dont le méthane et le sulfure d'hydrogène.

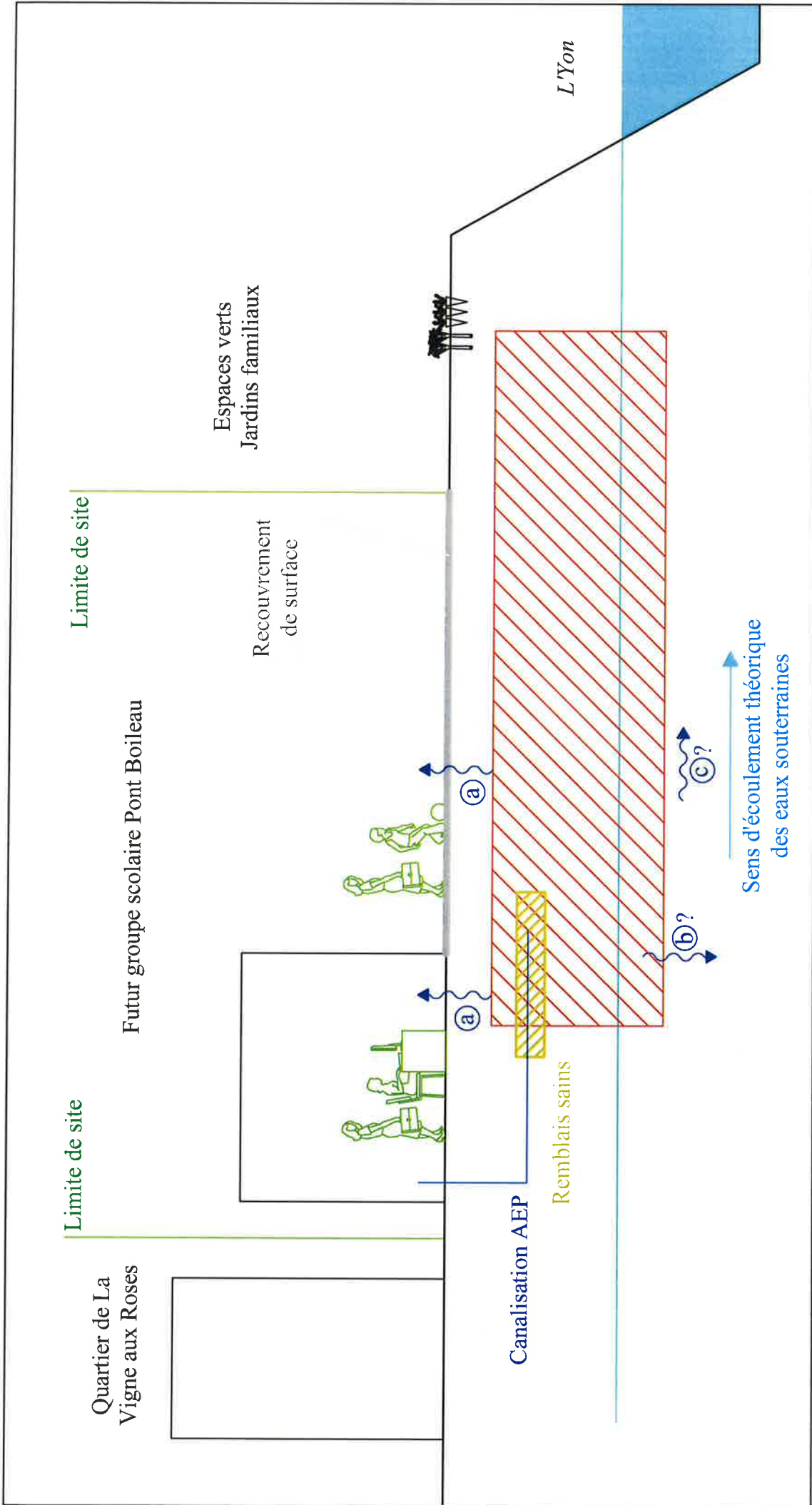
L'ouvrage le plus impacté est le piézair Pa6, localisé au Sud-Ouest du site, au droit de la zone de décharge d'ordures ménagères.

2 - Rappel du schéma conceptuel du projet d'aménagement

La réalisation du schéma conceptuel au droit du site du projet du groupe scolaire a mis en évidence des risques potentiels pour les futurs usagers du site via l'inhalation de substances volatiles dans l'air ambiant (air intérieur et air extérieur) pour les usages envisagés. Il tient compte de la mise en place des mesures simples de gestion suivantes au droit du site, à instaurer afin de limiter les risques pour les futurs usagers du site :

- Le recouvrement de l'ensemble du site par une couverture de surface (enrobé, béton, terre végétale, pavement,...) afin d'éviter le contact direct avec les sols de surface impactés ;
- L'interdiction de tout usage des eaux souterraines au droit de la zone d'étude ;
- L'interdiction de potager et de verger au droit de la zone d'étude ;
- En cas de mise en place d'une canalisation AEP au droit d'une zone polluée, la mise en place de toutes les mesures nécessaires afin d'éviter la diffusion de substances volatiles dans l'eau du réseau.

Le schéma conceptuel du projet d'aménagement, incluant les mesures simples de gestion citées, est présenté sur la figure 1.



<p>Légende :</p> <p><u>Zones sources de pollution</u></p> <p> Terres polluées par de nombreuses substances liées à la présence d'ordures ménagères</p>		<p><u>Voies de transfert/exposition sur site</u></p> <p>a Volatilisation</p> <p>b Infiltration</p> <p>c Ecoulement</p>		<p><u>Cibles sur site</u></p> <p> Usagers du groupe scolaire</p>	
<p>Figure 1 : Schéma conceptuel du projet d'aménagement incluant les mesures simples de gestion</p>					
<p>Echelle : - Format A4</p>		<p></p>			
<p>Affaire : SER15171-1</p>		<p>Parc d'Activités de Ragon 3 rue Ampère 44119 Treillières</p>			
<p>Date : 17/08/2015</p>					

3 - Méthodologie générale

L'évaluation des risques sanitaires est une démarche qui vise à structurer les éléments de connaissance, tout en les assortissant des incertitudes correspondantes. Elle a pour but de présenter aux différentes parties les éléments d'analyse sur lesquels la prise de décision pourra s'appuyer. L'évaluation des risques pour la santé est donc un outil d'analyse au service du gestionnaire de risque.

Quatre grands principes sont à respecter lors d'une démarche d'évaluation des risques sanitaires :

- Le principe de prudence scientifique ;
- Le principe de proportionnalité ;
- Le principe de spécificité ;
- Le principe de transparence.

La démarche d'EQRS se compose conventionnellement de quatre étapes :

- L'identification des dangers : détermination des effets indésirables que les substances chimiques sont intrinsèquement capables de provoquer chez l'homme ;
- L'estimation des relations dose-réponse : estimation du rapport entre le niveau ou la dose d'exposition et l'incidence et la gravité des effets ;
- L'estimation des expositions ;
- La caractérisation des risques sanitaires.

Dans le cadre de cette étude, et conformément à la méthodologie, l'EQRS est réalisée au droit du site du projet du groupe scolaire. Les usages hors site ne sont pas considérés.

4 - Identification des dangers

4.1. Sélection des substances à prendre en compte

D'une manière générale, dans le cadre d'une analyse des risques sanitaires, si nous ne pouvons pas prendre en compte l'ensemble des polluants présents au droit du site, faute de données suffisantes, il convient d'adopter une démarche transparente et réfléchie de sélection des substances.

Conformément à la méthodologie, les substances sont prises en compte en fonction des critères liés à :

- Leur toxicité ;
- La connaissance des effets principaux et secondaires associés ;
- La connaissance de la relation dose-effet et du degré de confiance associé ;
- La présence constatée de la substance dans l'environnement et la quantité émise ;
- La spécificité de la substance par rapport à la source étudiée ;
- Le comportement de la substance dans l'environnement.

L'analyse du schéma conceptuel du projet d'aménagement a mis en évidence l'inhalation comme seule voie d'exposition résiduelle aux polluants sur site, sous réserve de l'application des mesures simples de gestion proposées. Nous prendrons donc en considération seulement les substances volatiles.

Le tableau ci-dessous précise les substances retenues dans le cadre de l'étude sanitaire et leur justification.

Nous avons considéré l'ensemble des données issues du diagnostic de sols de juin 2015 et des investigations complémentaires de juillet 2015 de SEREA.

Tableau 1 : Choix de substances retenues dans l'étude

Substances recherchées	Justification du choix des substances retenues	Substances retenues dans l'EQRS		
Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques C ₅ à C ₄₀	<p>Hydrocarbures C₅ à C₄₀</p> <p>Les hydrocarbures C₅-C₁₀ et C₁₀-C₄₀ ont été mis en évidence dans les sols lors du diagnostic de pollution de sols de juin 2015.</p> <p>Les hydrocarbures C₅-C₁₆ ont été mis en évidence dans l'air du sol lors des prélèvements de juillet 2015.</p> <p>Les hydrocarbures C₅₋₁₆ à C₄₀ ne sont pas retenus dans cette étude. En effet, ils sont considérés comme peu volatils et aucune VTR² inhalation n'est disponible dans la littérature pour ces composés.</p> <p>Les hydrocarbures aromatiques C₆-C₈ correspondent au benzène et au toluène.</p> <p>Les hydrocarbures aliphatiques C₅-C₁₆ et aromatiques C₈-C₁₆ sont donc pris en compte dans la suite de l'étude.</p>	Hydrocarbures aliphatiques C ₅ -C ₁₆ et aromatiques C ₈ -C ₁₆		
Benzène	<p>Composés Aromatiques Volatils (CAV)</p> <p>Les CAV n'ont pas été mis en évidence dans les sols lors du diagnostic de pollution de sols de juin 2015. Cependant certains CAV ont été mis en évidence dans l'air du sol lors des prélèvements de juillet 2015.</p> <p>Aucune VTR inhalation n'est disponible dans la littérature pour le mésitylène, l'éthyltoluène et le pseudocumène. Elles ne peuvent être considérées pour les calculs de risques.</p> <p>Le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, les xylènes et le cumène sont quant à eux pris en compte.</p>	Benzène Toluène Éthylbenzène Xylènes Cumène		
Toluène				
Éthylbenzène				
m-, p-Xylène				
o-Xylène				
Cumène				
m-, p-Ethyltoluène				
Mésitylène				
o-Ethyltoluène				
Pseudocumène				
Naphtalène	<p>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)</p> <p>Les HAP ont été mis en évidence dans les sols lors du diagnostic de pollution de sols de juin 2015. Seul le naphthalène a été analysé dans l'air du sol lors des prélèvements de juillet 2015 car il s'agit de l'HAP le plus volatil. Il n'a pas été détecté dans l'air du sol.</p> <p>Aucun HAP n'est donc pris en compte dans la suite de l'étude.</p>			
Acénaphthylène				
Acénaphthène				
Fluorène				
Phénanthrène				
Anthracène				
Fluoranthène				
Pyréne				
Benzo(a)anthracène				
Chrysène				
Benzo(b)fluoranthène				
Benzo(k)fluoranthène				
Benzo(a)pyrène				
Dibenzo(ah)anthracène				
Indéno(1,2,3-cd)pyrène				
Benzo(ghi)peryène				
1,2-Dichloroéthane			<p>Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)</p> <p>Les COHV n'ont pas été mis en évidence dans les sols lors du diagnostic de pollution de sols de juin 2015. Cependant le trichloroéthylène a été mis en évidence dans l'air du sol lors des prélèvements de juillet 2015. Seul le trichloroéthylène est pris en compte dans la suite de l'étude.</p>	Trichloroéthylène
1,1-Dichloroéthylène				
cis-1,2-Dichloroéthylène				
trans-2-Dichloroéthylène				
Dichlorométhane				
1,2-Dichloropropane				
1,3-Dichloropropène				
Tétrachloroéthylène (= PCE)				
Tétrachlorométhane				
1,1,1-Trichloroéthane				
Trichloroéthylène (= TCE)				
Chloroforme				
Chlorure de vinyle				
Hexachlorbutadiène				
Bromoforme				

² VTR : Valeur Toxicologique de Référence



Substances recherchées	Justification du choix des substances retenues	Substances retenues dans l'EQRS
Métaux sur échantillon brut		
Arsenic (As)	Des concentrations en métaux sur échantillon brut non conformes au fond géochimique des sols français de l'INRA ³ ont été mises en évidence lors du diagnostic de pollution de sols de juin 2015. Le mercure est le seul élément trace métallique volatil. Il n'a pas été détecté dans l'air du sol (teneurs inférieures à la limite de quantification du laboratoire). Il n'est donc pas retenu dans la suite des calculs.	-
Cadmium (Ca)		
Chrome (Cr)		
Cuivre (Cu)		
Mercuré (Hg)		
Nickel (Ni)		
Plomb (Pb)		
Zinc (Zn)		
Polychlorobiphényles (PCB)		
PCB n°28	Des traces de PCB ont été détectées dans les sols lors du diagnostic de pollution de sols de juin 2015. Ces substances ne sont pas considérées comme volatiles. Elles n'ont pas été mesurées dans l'air du sol. Les PCB ne sont donc pas pris en compte dans la suite de l'étude.	-
PCB n°52		
PCB n°101		
PCB n°118		
PCB n°138		
PCB n°153		
PCB n°180		
Chlorobenzènes légers		
Chlorobenzène	Les chlorobenzènes légers n'ont pas été mis en évidence dans les sols lors du diagnostic de pollution de sols de juin 2015. Ils n'ont pas été recherchés dans l'air du sol. Les chlorobenzènes légers ne sont donc pas pris en compte dans la suite des calculs.	-
1,2-Dichlorobenzène		
1,3-Dichlorobenzène		
1,4-Dichlorobenzène		
1,2,3-Trichlorobenzène		
1,2,4-Trichlorobenzène		
1,3,5-Trichlorobenzène		
Chlorobenzènes lourds		
Hexachlorobenzène	Une légère trace d'hexachlorobenzène a été détectée dans les sols d'un seul sondage lors du diagnostic de pollution de sols de juin 2015. Les chlorobenzènes lourds ne sont pas représentatifs de la pollution mise en évidence au droit du site. Ils n'ont pas été recherchés dans l'air du sol. Les chlorobenzènes lourds ne sont donc pas pris en compte dans la suite de l'étude.	-
1,2,3,4-Tetrachlorobenzène		
1,2,4,5-Tetrachlorobenzène		
1,2,3,5-Tetrachlorobenzène		
Pentachlorobenzène		
OS_Hexachlorobenzène		
OS_1,2,3,4-Tetrachlorobenzène		
OS_1,2,4,5-Tetrachlorobenzène		
OS_1,2,3,5-Tetrachlorobenzène		
OS_Pentachlorobenzène		
Cyanures totaux		
Cyanures totaux	Des traces de cyanures totaux ont été mises en évidence dans les sols lors du diagnostic de pollution de sols de juin 2015. Au regard des faibles concentrations mesurées, ils n'ont pas été recherchés dans l'air du sol. Les cyanures totaux ne sont donc pas pris en compte dans la suite des calculs.	-
Phthalates		
Diméthylphthalate (DMP)	Des traces de DBP ⁴ et de DEHP ⁵ ont été mises en évidence dans les sols lors du diagnostic approfondi de pollution de juillet 2015. Ces substances ne sont pas considérées comme volatiles. Elles n'ont pas été recherchées dans l'air du sol. Les phthalates ne sont donc pas pris en compte dans la suite des calculs.	-
Diéthylphthalate (DEP)		
Di-n-butylphthalate (DBP)		
Butylbenzylphthalate (BBP)		
Bis-(2-éthylhexyl)phthalate (DEHP)		
Di-n-octylphthalate (DNOP)		
Biogaz		
Méthane (CH4)	L'ensemble des biogaz a été mis en évidence dans l'air du sol lors du diagnostic approfondi de juillet 2015. Le méthane et le monoxyde de carbone sont des composés peu toxiques de manière chronique et il n'existe aucune VTR inhalation chronique pour ces substances. Le dioxyde de carbone, l'oxygène et l'azote sont non toxiques. Le sulfure d'hydrogène est quant à lui toxique et il existe une VTR inhalation chronique pour cette substance. Seul le sulfure d'hydrogène est pris en compte dans la suite de l'étude.	Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)
Dioxyde de carbone (CO2)		
Oxygène (O2)		
Sulfure d'hydrogène (H2S)		
Azote (N2)		
Monoxyde de carbone (CO)		

³ INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

⁴ DBP : Di-n-butylphthalate

⁵ DEHP : Bis-(2-éthylhexyl)phthalate

4.2. Identification du danger des substances chimiques

L'identification du potentiel dangereux consiste à identifier des effets indésirables que les substances sont intrinsèquement capables de provoquer chez l'homme.

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets aigus liés à une exposition courte à des doses généralement assez élevées et des effets subchroniques ou chroniques susceptibles d'apparaître suite à une exposition prolongée à des doses plus faibles. Dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires liés à des sites pollués, c'est essentiellement la toxicité chronique qui nous préoccupe.

Nous distinguons les toxiques présentant un effet à seuil et les toxiques sans seuil :

- Effet à seuil : effet qui survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. L'intensité des effets croît alors avec l'augmentation de la dose administrée. En deçà de cette dose, on considère que l'effet ne surviendra pas. Ce sont généralement les effets non cancérogènes, voire les cancérogènes non génotoxiques, qui sont classés dans cette famille ;
- Effet sans seuil : effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la durée d'exposition, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. Cette famille concerne principalement les effets cancérogènes génotoxiques.

Pour les substances retenues dans l'étude, leurs dangers et leur comportement dans l'environnement sont présentés en annexe 1.

5 - Relation dose-réponse des substances chimiques

L'évaluation de la relation dose-réponse a pour but de définir une relation quantitative entre la dose administrée ou absorbée et l'effet sur la santé. Cette évaluation permet d'élaborer des VTR.

Ces VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal mais également à partir d'enquêtes épidémiologiques chez l'homme.

Afin de sélectionner les VTR pour les substances considérées, le Ministère de l'environnement recommande de s'appuyer sur les préconisations de la note d'information du Ministère de la santé du 31 octobre 2014.

Cette dernière indique que « *Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé au pétitionnaire de sélectionner :*

- *En premier lieu, la VTR construite par l'ANSES⁶, sans critère de date de parution ;*
- *Sinon, la VTR retenue par une expertise collective nationale, si elle a été réalisée après la parution de la dernière VTR ;*
- *Sinon, la VTR la plus récente parmi ces trois bases de données : successivement US EPA⁷ puis ATSDR⁸ puis OMS/IPCS⁹ ;*
- *Sinon, la VTR la plus récente parmi ces quatre bases de données : successivement Health Canada puis RIVM¹⁰ puis OEHHA¹¹ et en dernier lieu EFSA¹². »*

Les VTR retenues pour l'évaluation des risques sanitaires sont présentées ci-après.

⁶ ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

⁷ US EPA : United States - Environmental Protection Agency

⁸ ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry

⁹ OMS/IPCS : Organisation Mondiale de la Santé / International Program a Chemical Safety

¹⁰ RIVM : Rijkinstituut voor Volkgezondheid en Milieu. Institut national de la santé publique et de l'environnement aux Pays-Bas

¹¹ OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment (antenne californienne de l'US EPA)

¹² EFSA : European Food Safety Authority

Tableau 2 : Valeurs Toxicologiques de Référence des substances retenues

Substances	Effet à seuil			Effet sans seuil		
	VTR inhalation - Effet à seuil (mg/m ³)	Effet critique observé / organe cible	Organisme (date de révision)	ERU inhalation - Effet sans seuil (mg/m ³) ⁻¹	Effet critique observé / organe cible	Organisme (date de révision)
Hydrocarbures C₅-C₁₆						
Aromatiques C _{>8} -C ₁₀	0,2	Perte de poids	TPHCWG (1997)	-	-	-
Aromatiques C _{>10} -C ₁₂	0,2	Perte de poids		-	-	-
Aromatiques C _{>12} -C ₁₆	0,2	Perte de poids		-	-	-
Aliphatiques C ₅ -C ₆	18,4	Neurotoxicité		-	-	-
Aliphatiques C _{>6} -C ₈	18,4	Neurotoxicité		-	-	-
Aliphatiques C _{>8} -C ₁₀	1	Changements hépatiques et hématologiques		-	-	-
Aliphatiques C _{>10} -C ₁₂	1	Changements hépatiques et hématologiques		-	-	-
Aliphatiques C _{>12} -C ₁₆	1	Changements hépatiques et hématologiques		-	-	-
Composés Aromatiques Volatils (CAV)						
Benzène	0,00978	Système immunitaire, effets neurologiques	ATSDR (2007)	0,026	Sang	ANSES (2013)
Toluène	3	Effets neurologiques, effets sur la vue	ANSES (2010)	-	-	-
Ethylbenzène	0,2604	Effets sur les reins	ATSDR (2010)	0,0025	Développement fœtal, système rénal	OEHHA (2009)
Xylènes	0,217	Effets neurologiques	ATSDR (2007)	-	-	-
Cumène	0,4	Effets sur les reins et les glandes surrénales (rat femelle)	US EPA (1997)	-	-	-
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)						
Trichloroéthylène	0,002	Multiplés – extrapolation à partir de l'ingestion / Système nerveux	US EPA (2011)	0,0041	Reins, foie	US EPA (2011)
Biogaz						
Sulfure d'hydrogène	0,002	Lésions nasales	US EPA (2003)	-	-	-

6 - Estimation des expositions

6.1. Méthodologie

L'estimation des expositions a pour but d'évaluer la quantité de polluant réellement absorbée par les cibles pour chaque scénario d'exposition. Cette quantité de polluants est appelée DJE¹³.

La DJE est calculée comme suit :

$$DJE = C \times F \times \frac{T}{Tm}$$

DJE : Dose Journalière d'Exposition (en mg/m³)

C : Concentration en polluant dans le milieu d'exposition (mg/m³)

F : Fréquence ou taux d'exposition - Nombre annuel d'heures ou de jours (sans dimension)

T : Durée d'exposition (années)

Tm : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années)

Pour les polluants avec effets à seuil, l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition soit $Tm = T$.

Pour les polluants sans seuil, Tm est assimilé à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans, soit $Tm = 70$ ans).

¹³ DJE : Dose Journalière d'Exposition

6.2. Budget espace-temps

Le projet prévoit de réaliser un groupe scolaire au droit du site.

Les cibles considérées sont les élèves (enfants) et les personnes (adultes) travaillant dans le groupe scolaire et évoluant en extérieur au droit de la cour et du parking.

Les scénarios retenus sont « élève » et « enseignant¹⁴ ».

Du personnel municipal (employé du restaurant scolaire, de l'accueil de loisirs, personnel de ménage, animateur sportif, etc...), et des visiteurs peuvent également évoluer sur le site, en extérieur ou dans le groupe scolaire. Ces scénarios « *personnel municipal* » ou « *visiteur* » sont minorants par rapport au scénario « élève » et au scénario « enseignant ». Ils ne sont donc pas détaillés dans la suite de l'étude.

Pour le scénario « élève », nous considérons qu'un enfant passe par jour 10,75 h en intérieur, 2 h dans la cour en extérieur et 0,5 h sur le parking en extérieur, pendant 173 jours par an dans le cadre scolaire et 116 jours par an en accueil de loisirs. Un enfant est à l'école d'environ 2,5 à 11,5 ans, soit 9 années.

Pour le scénario « enseignant », nous considérons qu'un adulte passe par jour 8 h en intérieur, 1,5 h dans la cour et 0,5 h sur le parking, pendant 173 jours par an dans le cadre scolaire. Un enseignant peut être présent 40 ans sur son lieu de travail.

Ces budgets espace-temps sont issus des données transmises par la ville de La Roche-sur-Yon et des données communes émises par l'INERIS¹⁵.

¹⁴ Le scénario « enseignant » prend en compte les ATSEM

¹⁵ INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

Les paramètres sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 3 : Budget Espace-Temps

<i>Scénario "enseignant"</i>		
Nombre d'heures passées sur le parking par jour - adulte (h/j)	0,5	Scénario retenu
Nombre d'heures passées à l'intérieur de l'école par jour - adulte (h/j)	8,0	Scénario retenu
Nombre d'heures passées à l'extérieur de l'école (cour) par jour - adulte (h/j)	1,5	Scénario retenu
Nombre de jours d'exposition par an - adulte (j/an)	173	Scénario retenu
Nombre d'années d'exposition - adulte (an)	40	INERIS, 2001
<i>Scénario "élève"</i>		
Nombre d'heures passées sur le parking par jour - enfant (h/j)	0,5	Scénario retenu
Nombre d'heures passées à l'intérieur de l'école par jour - enfant (h/j)	10,75	Scénario retenu
Nombre d'heures passées à l'extérieur de l'école (cour) par jour - enfant (h/j)	2,0	Scénario retenu
Nombre de jours d'exposition par an - enfant (j/an)	289	Scénario retenu
Nombre d'années d'exposition - enfant (an)	9	Scénario retenu

6.3. Détermination de la concentration en polluants dans les milieux d'exposition

En l'absence de mesure dans les milieux d'exposition « air intérieur » et « air extérieur », les concentrations en polluants dans les milieux d'exposition sont modélisées à partir des concentrations retenues dans le milieu source (air du sol).

6.3.1. Analyses complémentaires

Les analyses complémentaires nécessaires à la connaissance du transfert des polluants dans les sols sont présentées ci-après.

■ GRANULOMETRIE

Tableau 4 : Résultats d'analyses sur les sols - Granulométrie (g/kg)

	Pa2-1 <i>Remblais sus-jacents aux déchets de démolition et aux ordures ménagères</i>	Pa5-2 <i>Sols avec présence d'ordures ménagères</i>
Sables grossiers	60	530
Sables fins	36	130
Limons grossiers	840	160
Limons fins	20	93
Argiles	46	89

Commentaires :

D'après le triangle des textures¹⁶, les échantillons prélevés mettent en évidence un terrain de type « silt » pour Pa2-1 et de type « limon sableux » pour Pa5-2.

¹⁶ Triangle des textures de l'United States Department of Agriculture (USDA)

■ CARBONE ORGANIQUE TOTAL (COT)

Tableau 5 : Résultats d'analyses sur les sols - COT (%)

	Pa2-2 <i>Remblais avec présence de déchets de démolition</i>	Pa5-2 <i>Sols avec présence d'ordures ménagères</i>
COT	0,46	4,1

Commentaires :

Les résultats d'analyses mettent en évidence des taux de COT :

- Très faible dans les remblais contenant des déchets de démolition (Pa2-2) ;
- Faible dans les limons sableux avec présence d'ordures ménagères (Pa5-2).

6.3.2. Concentrations retenues dans le milieu source

Les concentrations prises en compte sont les teneurs maximales mesurées dans l'air du sol au droit du site, quelle que soit la localisation du piézair par rapport au projet d'aménagement. Elles ont été mesurées dans les ouvrages Pa2, Pa4 ou Pa6 selon les substances.

Tableau 6 : Concentrations des substances retenues dans le milieu source (mg/m³)

Substances	Concentrations	Echantillons retenus
Hydrocarbures C₅-C₁₆		
Indice aliphatique nC ₅ -nC ₆	17,631	Pa6
Indice aliphatique >nC ₆ -nC ₈	16,455	
Indice aliphatique >nC ₈ -nC ₁₀	21,304	
Indice aliphatique >nC ₁₀ -nC ₁₂	0,544	
Indice aliphatique >nC ₁₂ -nC ₁₆	0,294	
Indice aromatique >nC ₈ -nC ₁₀	0,132	
Indice aromatique >nC ₁₀ -nC ₁₂	0,073	
Indice aromatique >nC ₁₂ -nC ₁₆	0,118	
Composés Aromatiques Volatils (CAV)		
Benzène	0,200	Pa6
Toluène	0,033	Pa4
Ethylbenzène	0,013	Pa4 et Pa6
Xylènes	0,149	Pa4
Cumène	0,028	Pa2
Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV)		
Trichloroéthylène	0,013	Pa4
Biogaz		
Sulfure d'hydrogène	18,214	Pa6

Les concentrations maximales mesurées dans les piézairs quelle que soit la localisation du piézair par rapport au projet d'aménagement ont été retenues. Cette approche est majorante. En effet, les ordures ménagères n'ont pas été mises en évidence sur l'ensemble du site. Cependant, en raison de l'étendue de l'emprise de la décharge, de la dégradation en cours des ordures ménagères et de la réalisation d'une seule campagne de prélèvement d'air du sol, cette approche se veut conservatoire.

6.3.3. Concentrations en polluants dans les milieux d'exposition

Les paramètres physico-chimiques des substances utilisés pour la modélisation des concentrations en polluants dans les différents milieux sont issus, soit des bases de données des modèles utilisés, soit de la bibliographie (fiches de données toxicologiques de l'INERIS, base de donnée de l'ATSDR, fiches toxicologiques INRS¹⁷, travaux de TPHCWG, base de données INCHEM¹⁸).

Les paramètres physico-chimiques des substances sont présentés en annexe 2.

■ CONCENTRATION DANS L'AIR EXTERIEUR

Afin de modéliser la concentration en polluants dans l'air extérieur, les équations du modèle « boîte » sont utilisées. Celles-ci sont précisées en annexe 3.

Il a été considéré le transfert d'une source infinie de polluants vers l'air extérieur.

Paramètres et hypothèses :

Pour le transfert air du sol - air extérieur, il a été considéré :

- Hypothèse « *parking* » : la présence de polluants à une profondeur de 40 cm, sous une couche de forme saine de 40 cm ;
- Hypothèse « *cour* » : la présence de polluants à une profondeur de 40 cm, sous une couche d'enrobé de 10 cm et une couche de forme saine de 30 cm.

Au droit des zones extérieures, il a été considéré la présence de polluants dès 0,4 m de profondeur. En effet, certaines de ces zones seront terrassées pour permettre un abaissement du niveau topographique.

La vitesse du vent au droit du site est celle mesurée à la station météorologique de La Roche-sur-Yon (85), située à 6 km au Nord-Est de la zone d'étude.

¹⁷ INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

¹⁸ INCHEM : Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations

■ CONCENTRATION DANS L'AIR INTERIEUR

La modélisation du transfert des polluants de l'air du sol vers l'air intérieur du bâtiment est réalisée à partir des équations du modèle Johnson & Ettinger (US EPA, 2004) pour un bâtiment de plain-pied sans vide sanitaire. Ces équations sont présentées en annexe 3.

Il a été considéré le transfert d'une source infinie de polluants vers l'air intérieur.

Paramètres et hypothèses :

Pour le transfert air du sol - air intérieur, il a été considéré un bâtiment de plain-pied avec :

- La présence de polluants à 1 m de profondeur ;
- Une couche de forme saine de 30 cm sur une couche de silts (terrain en place) de 46 cm ;
- Une dalle béton de 24 cm d'épaisseur ;
- Une pièce moyenne de dimension : $L = 10$ m, $l = 5$ m et $H = 2,7$ m ;
- Un taux de renouvellement d'air de 1 volume/heure¹⁹.

Les teneurs en polluants dans l'air ambiant ont été considérées comme identiques à chaque étage des bâtiments. Aucun coefficient d'atténuation n'a été pris en compte (hypothèse majorante).

Les paramètres utiles de transfert et d'exposition sont présentés en annexe 4.

Les concentrations en polluants modélisées dans les milieux d'exposition sont présentées en annexe 5.

¹⁹ Préconisation de l'Institut pour la Conception Eco-responsable du Bâti (ICEB)

7 - Caractérisation des risques sanitaires

7.1. Méthodologie

■ ESTIMATION DU RISQUE POUR LES EFFETS A SEUIL : QUOTIENT DE DANGER (QD)

Le niveau de risque ou QD²⁰ est le rapport entre la DJE et la VTR :

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

QD : Quotient de Danger (sans unité) ;

DJE : Dose Journalière d'Exposition (mg/m³) ;

VTR : Valeur Toxicologique de Référence (mg/m³).

Lorsque le QD est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable selon les données utilisées pour le calcul des VTR. Au-delà d'un QD de 1, l'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue.

Cette formule s'applique pour chaque substance et ne renseigne pas sur l'effet résultant de l'exposition à un mélange de substances.

Dans un premier niveau d'approche, la pratique consiste à additionner les QD liés aux différentes substances et aux différentes voies d'exposition pour une même durée d'exposition. En seconde approche, en cas de dépassement de la valeur repère de 1 de la somme des QD, l'additivité des risques est effectuée voie d'exposition par voie d'exposition, substance par substance et organe par organe.

²⁰ QD : Quotient de Danger

■ ESTIMATION DU RISQUE POUR LES EFFETS SANS SEUIL : EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL (ERI)

Pour les effets sans seuil, un ERI²¹ est calculé en multipliant la DJE par l'ERU²². L'ERI représente la probabilité qu'a un individu de développer l'effet associé à la substance durant sa vie.

$$ERI = DJE * ERU$$

ERI : Excès de Risque Individuel (sans unité) ;

DJE : Dose Journalière d'Exposition (mg/m³) ;

ERU : Excès de Risque Unitaire ((mg/m³)⁻¹).

Afin de considérer l'ensemble des substances avec effet sans seuil présentes au droit du site, par prudence, on additionne l'ensemble des ERI, toutes substances et toutes voies d'exposition confondues.

Le Ministère de l'Environnement (circulaire du 08 février 2007) recommande que l'ERI toutes voies d'exposition et toutes substances confondues soit inférieur à la valeur repère de 10⁻⁵.

7.2. Résultats de l'EQRS

Les résultats des calculs de risques sanitaires obtenus à partir des teneurs mesurées dans l'air du sol sont présentés dans le tableau ci-après.

Les résultats détaillés de l'EQRS sont présentés en annexe 5.

²¹ ERI : Excès de Risque Individuel

²² ERU : Excès de Risque Unitaire

Tableau 7 : Résultats de l'EQRS - Scénario « enseignant »

Substance	COHV	CAV					HC								Biogaz	Somme toutes substances confondues
	Trichloroéthylène	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	Xylènes	Cumène	Aromatiques C ₈ -C ₁₀	Aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	Aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	Aliphatiques C ₅ -C ₆	Aliphatiques C ₆ -C ₈	Aliphatiques C ₈ -C ₁₀	Aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	Aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	H ₂ S	
INHALATION DE SUBSTANCES VOLATILES																
Exposition sur le parking																
Quotient de Danger (QD)	3,51E-06	1,21E-05	6,44E-09	2,58E-08	3,22E-07	3,08E-08	4,48E-07	2,49E-07	3,98E-07	6,50E-07	6,06E-07	1,44E-05	3,69E-07	1,99E-07	1,07E-02	1,08E-02
Excès de Risque Individuel (ERI)	1,64E-11	1,76E-09		9,60E-12												1,78E-09
Exposition dans le rez-de-chaussée du bâtiment																
Quotient de Danger (QD)	7,96E-04	2,62E-03	1,40E-06	5,98E-06	7,67E-05	7,56E-06	9,17E-05	5,09E-05	8,15E-05	1,33E-04	1,24E-04	2,95E-03	7,54E-05	4,07E-05	1,62E+00	1,63E+00
Excès de Risque Individuel (ERI)	3,73E-09	3,81E-07		2,23E-09												3,87E-07
Exposition dans l'air extérieur																
Quotient de Danger (QD)	1,81E-06	6,24E-06	3,32E-09	1,33E-08	1,66E-07	1,59E-08	2,31E-07	1,29E-07	2,06E-07	3,35E-07	3,13E-07	7,46E-06	1,90E-07	1,03E-07	5,55E-03	5,57E-03
Excès de Risque Individuel (ERI)	8,48E-12	9,07E-10		4,96E-12												9,20E-10
Risques toutes INHALATIONS confondues																
Somme des Quotients de Danger (QD)	8,01E-04	2,64E-03	1,41E-06	6,02E-06	7,72E-05	7,60E-06	9,24E-05	5,13E-05	8,21E-05	1,34E-04	1,25E-04	2,98E-03	7,59E-05	4,11E-05	1,64E+00	1,64E+00
<i>Valeur repère</i>	<i>1</i>															
Somme des Excès de Risque Individuel (ERI)	3,75E-09	3,84E-07		2,24E-09												3,90E-07
<i>Valeur repère</i>	<i>10⁻⁵</i>															

Remarque : Les cellules grisées indiquent des dépassements par rapport aux valeurs repère.

Tableau 8 : Résultats de l'EQRS - Scénario « élève »

Substance	COHV	CAV					HC								Biogaz	Somme toutes substances confondues
	Trichloroéthylène	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	Xylènes	Cumène	Aromatiques C _{>8} -C ₁₀	Aromatiques C _{>10} -C ₁₂	Aromatiques C _{>12} -C ₁₆	Aliphatiques C _{>5} -C ₆	Aliphatiques C _{>6} -C ₈	Aliphatiques C _{>8} -C ₁₀	Aliphatiques C _{>10} -C ₁₂	Aliphatiques C _{>12} -C ₁₆	H2S	
INHALATION DE SUBSTANCES VOLATILES																
Exposition sur le parking																
Quotient de Danger (QD)	5,26E-06	1,81E-05	9,65E-09	3,87E-08	4,83E-07	4,63E-08	6,72E-07	3,73E-07	5,98E-07	9,74E-07	9,09E-07	2,17E-05	5,53E-07	2,99E-07	1,61E-02	1,62E-02
Excès de Risque Individuel (ERI)	5,85E-12	6,26E-10		3,42E-12												6,35E-10
Exposition dans le rez-de-chaussée du bâtiment																
Quotient de Danger (QD)	1,79E-03	5,88E-03	3,15E-06	1,34E-05	1,72E-04	1,70E-05	2,06E-04	1,14E-04	1,83E-04	2,98E-04	2,78E-04	6,63E-03	1,69E-04	9,15E-05	3,63E+00	3,65E+00
Excès de Risque Individuel (ERI)	1,88E-09	1,92E-07		1,12E-09												1,95E-07
Exposition dans l'air extérieur																
Quotient de Danger (QD)	4,18E-06	1,44E-05	7,67E-09	3,07E-08	3,84E-07	3,68E-08	5,34E-07	2,97E-07	4,75E-07	7,74E-07	7,22E-07	1,72E-05	4,39E-07	2,37E-07	1,28E-02	1,28E-02
Excès de Risque Individuel (ERI)	4,65E-12	4,97E-10		2,72E-12												5,04E-10
Risques toutes INHALATIONS confondues																
Somme des Quotients de Danger (QD)	1,80E-03	5,92E-03	3,17E-06	1,35E-05	1,73E-04	1,70E-05	2,07E-04	1,15E-04	1,84E-04	3,00E-04	2,80E-04	6,67E-03	1,70E-04	9,20E-05	3,66E+00	3,68E+00
Valeur repère	1															
Somme des Excès de Risque Individuel (ERI)	1,89E-09	1,93E-07		1,13E-09												1,97E-07
Valeur repère	10 ⁻⁵															

Remarque : Les cellules grisées indiquent des dépassements par rapport aux valeurs repère.

Les résultats mettent en évidence pour les scénarios « *enseignant* » et « *élève* » :

- Des sommes des QD supérieures à la valeur repère. Le sulfure d'hydrogène présente à lui seul des risques pour les futurs usagers du site, à l'intérieur du groupe scolaire. L'additivité des risques, pour les effets à seuil, substance par substance et organe cible par organe cible, n'a donc pas été effectuée ;
- Des sommes des ERI, toutes substances confondues, inférieures à la valeur repère.

Ainsi, les risques liés aux pollutions identifiées sont inacceptables pour les futurs usagers du site, pour les scénarios envisagés avec les dispositions constructives énoncées.

7.3. Modifications des données d'entrée

La caractérisation des risques sanitaires a été réalisée avec les données majeures suivantes :

- Teneurs des substances maximales mesurées dans les six piézairs du site, quelle que soit leur localisation ;
- Scénario « élève » majorant avec un enfant évoluant dans le groupe scolaire pour la classe et l'accueil de loisirs ;
- Scénario identique pour un élève de maternelle et un élève d'élémentaire ;
- Taux de ventilation de 1 volume/heure dans toutes les pièces.

Les calculs de risques ont été repris en modifiant ces paramètres.

7.3.1. Modification de la concentration en sulfure d'hydrogène

Les calculs de risques ont été repris en modifiant la concentration en sulfure d'hydrogène. La teneur mesurée dans le piézair Pa3, ouvrage qui présente la teneur la plus élevée des piézairs localisés au droit du bâtiment, a été retenue (3,036 mg/m³).

La reprise des calculs met en évidence des sommes des QD inférieures à la valeur repère, pour les deux scénarios « enseignants » (0,3) et « élèves » (0,6).

En modifiant la teneur en sulfure d'hydrogène dans la modélisation, les risques deviennent donc acceptables.

Cependant, au regard de l'étendue de l'emprise de la décharge d'ordures ménagères, de l'hétérogénéité de la source de pollution, de la dégradation en cours des déchets et de la réalisation d'une seule campagne de prélèvements d'air du sol, cette approche n'est pas suffisamment conservatoire.

7.3.2. Modification du scénario « élève »

Les calculs de risques ont été repris en modifiant le budget espace-temps des élèves.

Il a été considéré un élève évoluant dans le groupe scolaire uniquement dans un cadre scolaire, sans accueil de loisirs. L'enfant passe donc par jour 10,75 h en intérieur, 2 h dans la cour en extérieur et 0,5 h sur le parking en extérieur, pendant 173 jours par an.

Dans ce contexte, la somme des QD (2,0) reste supérieure à la valeur repère. Les risques sont toujours inacceptables pour les futurs usagers du site.

7.3.3. Précisions sur les scénarios d'exposition et les dispositions constructives

Afin d'apporter des précisions aux modélisations, les calculs de risques ont été repris en modifiant :

- La distinction entre les élèves et enseignants de maternelle et d'élémentaire ;
- Le budget espace-temps des élèves et enseignants, en fonction des pièces principales du groupe scolaire ;
- Les dimensions et les taux de ventilation des pièces principales du groupe scolaire.

Maternelle - Temps d'exposition journalier (en heure)

	ENFANTS		PERSONNEL	
	Scolaire et périscolaire	Loisirs	Scolaire et périscolaire	Loisirs
Cour	2	2	2	2
Parking	0,5	0,5	0,5	0,5
Cantine	0,75	1,5	1	1,5
Salle de classe	4	0	4	0
Salle polyvalente	4	0	2	0
Salle d'activités	2	6,5	1	6,5

Elémentaire - Temps d'exposition journalier (en heure)

	ENFANTS		PERSONNEL	
	Scolaire et périscolaire	Loisirs	Scolaire et périscolaire	Loisirs
Cour	2	2	2	2
Parking	0,5	0,5	0,5	0,5
Cantine	0,75	1,5	1	1,5
Salle de classe	8	0	8	0
Salle d'activités	2	6,5	1	6,5

Caractéristiques des pièces principales du groupe scolaire

		Salle de classe	Salle d'activités	Salle polyvalente	Cantine maternelle	Cantine élémentaire
Taux de ventilation	m ³ /h.occupant	15	15	15	15	15
Nombre de personnes		31	31	31	120	88
Surface pièce	m ²	50	60	150	130	100
Hauteur pièce	m	2,7	2,8	3,5	2,8	2,8
Volume pièce	m ³	135	168	525	364	280
Taux de ventilation calculé	m ³ /h	465	465	465	1800	1320
Taux de ventilation calculé	vol/h	3,4	2,8	0,9	4,9	4,7

En précisant les budgets espace-temps et les dispositions des pièces principales du groupe scolaire, les sommes des QD sont :

- Inférieures à la valeur repère pour les scénarios « *enseignants d'élémentaire* » (0,2), « *personnel de l'accueil de loisirs des élémentaires* » (0,3) et « *élèves élémentaires - scolaire, périscolaire et accueil de loisirs* » (0,6). Les risques deviennent donc acceptables ;
- Inférieures à la valeur repère pour les scénarios « *enseignants de maternelle* » (0,6), « *personnel de l'accueil de loisirs des maternelles* » (0,3) et « *élèves maternelle - accueil de loisirs* » (0,3). Les risques deviennent donc acceptables ;
- Egales à la valeur repère pour le scénario « *élève - scolaire et périscolaire* » (1,0). Les risques restent donc inacceptables ;
- Supérieures à la valeur repère pour le scénario cumulé « *élève - scolaire, périscolaire et accueil de loisirs* » (1,3). Les risques restent donc inacceptables.

7.4. Proposition de mesures compensatoires

La caractérisation des risques sanitaires a été réalisée avec un bâtiment de plain-pied sans vide sanitaire.

Les calculs de risques ont été repris en modifiant les dispositions constructives du bâtiment. Un vide sanitaire a été ajouté sous le bâtiment. Les caractéristiques du vide sanitaire sont les suivantes :

- Dimensions : aire d'une pièce type (50 m²) avec une hauteur de 0,6 m ;
- Taux de ventilation : 1,25 volume/heure (valeur par défaut du modèle Volasoil²³) ;
- Couche de forme de 16 cm entre la pollution et la base du vide sanitaire ;
- Dalle béton de 24 cm entre le vide sanitaire et le rez-de-chaussée.

En modifiant les dispositions constructives du bâtiment avec un vide sanitaire, les sommes des QD deviennent inférieures à la valeur repère pour les deux scénarios « *enseignants* » (0,02) et « *élèves* » (0,04). Les risques deviennent donc acceptables.

²³ RIVM, 2008 : « Site-specific human risk assessment of soil contamination with volatile compounds » - RIVM report 711701049/2008

8 - Limites et incertitudes de l'EQRS

Comme il a été précisé tout au long de l'étude, l'analyse des risques sanitaires repose sur des hypothèses et incertitudes prises de manière raisonnablement conservatoire.

Dans le cadre de cette étude, les hypothèses et incertitudes les plus conséquentes sont listées ci-dessous.

■ IDENTIFICATION DES DANGERS ET CONCENTRATIONS DANS LES MILIEUX SOURCES

Le choix des substances analysées repose sur les études environnementales antérieures, ayant permis de mettre en évidence les sources potentielles de pollution au droit du site. Les substances retenues dans l'analyse des risques correspondent donc uniquement aux substances détectées lors des analyses.

Les investigations réalisées reposent cependant sur un nombre limité de sondages et piézaires et de prélèvements de sols et d'air du sol ne pouvant être représentatifs de l'ensemble du site.

De plus, seule une campagne de prélèvement d'air du sol a été réalisée sur site.

Les concentrations en polluants prises en compte sont les teneurs maximales mesurées dans les piézaires Pa1 à Pa6. Cette hypothèse est majorante compte tenu de la variabilité des concentrations en fonction des conditions environnementales et de la répartition géographique. Elle reste toutefois raisonnable en raison de la dégradation en cours des ordures ménagères et de l'étendue de la décharge.

Pour les hydrocarbures aliphatiques C₅-C₁₆ et aromatiques C₈-C₁₆, l'ensemble des fractions carbonées a été pris en compte. En effet, les hydrocarbures ont été étudiés par groupement de substances par le TPHCWG. Ainsi, en cas de teneur inférieure à la limite de quantification du laboratoire pour une fraction donnée, celle-ci a été prise en compte.

Les hydrocarbures aromatiques C₆-C₈ correspondent au benzène et au toluène.

Une incertitude liée aux analyses réalisées en laboratoire est à considérer.

Les dégradations chimiques et biologiques des substances dans le temps n'ont pas été prises en compte. La même concentration en polluants est prise en compte pour la quantification des risques sur toute la période d'exposition (9 et 40 ans).

■ RELATION DOSE-REPONSE

Les paramètres physico-chimiques des substances utilisés dans les modèles sont issus de la littérature.

Le taux d'absorption des substances est égal à 100 % (hypothèse majorante).

L'interaction possible entre plusieurs substances n'a pas été prise en compte dans l'analyse des risques. En effet, peu de données existent dans la littérature concernant ce phénomène.

Le choix des VTR est conforme à la note d'information du Ministère de la Santé du 31 octobre 2014.

Les organismes cités pour le choix des VTR dans cette note d'information ne proposant pas de valeur pour les fractions d'hydrocarbures, les données du TPHCWG ont été utilisées. Les VTR y sont établies pour des groupements de substances et les effets cancérigènes n'y sont pas considérés.

Aucune VTR n'étant disponible pour le mésitylène, l'éthyltoluène, le pseudocumène, le méthane et el monoxyde de carbone, ces substances n'ont pas pu être considérées dans les calculs.

Les xylènes totaux sont assimilés au m-xylène, xylène le plus volatil.

■ MODELISATION DES TENEURS DANS LES MILIEUX D'EXPOSITION / CALCUL DES RISQUES

Les budgets espace-temps se veulent majorants. Certaines données permettant l'élaboration des budgets espace-temps sont issues de données INERIS.

Toute modification des usages tels qu'ils ont été considérés devra entraîner des nouveaux calculs de risques sanitaires.

La modélisation des teneurs en polluants dans l'air extérieur et dans l'air intérieur est réalisée en tenant compte des dispositions constructives énoncées en annexe 4.

Le taux de renouvellement d'air est considéré égal à 1 volume/heure dans l'ensemble du bâtiment.

Pour le bâtiment de plain-pied, il a été considéré des dalles bétons de 50 m² (dalle béton de 10 x 5 m) correspondant à la taille d'une salle de classe. La hauteur des pièces est de 2,7 m.

Toute modification du projet tel qu'il a été considéré devra entraîner des nouveaux calculs de risques sanitaires.

Nous émettons l'hypothèse que la concentration en polluants aux différents étages est identique à celle modélisée dans le rez-de-chaussée.

En première approche, l'additivité des risques liée à l'exposition à plusieurs substances est prise en considération (approche majorante car les substances n'agissent pas sur les mêmes organes cibles). En seconde approche, en cas de dépassement de la valeur repère de 1 de la somme des QD, l'additivité des risques est effectuée voie d'exposition par voie d'exposition, substance par substance et organe par organe.

Nous rappelons que l'analyse de risques est basée sur les concentrations maximales mises en évidence dans le milieu considéré (air du sol) et pour les scénarios envisagés avec des dispositions constructives précises. En cas de dépassement des concentrations retenues, en cas de changement d'usage ou de dispositions constructives, il conviendra de reprendre les calculs de l'analyse de risques.

Utilisation du présent document :

Ce rapport ainsi que ses figures et ses annexes forment un ensemble indissociable. Aussi, SEREA se dégage de toute responsabilité en cas de communication ou copie partielle de ce document ou en cas d'autre interprétation que celle énoncée.

ANNEXES

**Annexe 1 : Dangers des substances et comportement
dans l'environnement (17 pages)**

Hydrocarbures C₅ à C₄₀

■ Description

Les hydrocarbures sont des composés organiques exclusivement composés d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ils peuvent avoir des chaînes carbonées aromatiques (présence d'un noyau benzénique) ou non (hydrocarbures aliphatiques).

Les hydrocarbures présents dans l'environnement peuvent provenir de l'industrie pétrolière. Concernant cette famille, les travaux du TPHCWG¹ ont consisté à regrouper les substances ayant des caractéristiques physico-chimiques et une toxicité semblable. Les hydrocarbures sont regroupés dans les familles suivantes :

Hydrocarbures aliphatiques	Hydrocarbures aromatiques
C ₅ -C ₆	-
C _{>6} -C ₈	-
C _{>8} -C ₁₀	C _{>8} -C ₁₀
C _{>10} -C ₁₂	C _{>10} -C ₁₂
C _{>12} -C ₁₆	C _{>12} -C ₁₆
C _{>16} -C ₂₁	C _{>16} -C ₂₁
C _{>21} -C ₃₅	C _{>21} -C ₃₅

Les hydrocarbures ayant un plus petit nombre d'atomes de carbone sont plus mobiles dans les sols et plus volatils.

Les hydrocarbures ayant un nombre important d'atomes de carbone vont se dégrader dans le temps dans les sols et/ou les eaux souterraines et donner des composés plus mobiles et/ou volatils.

■ Effets chroniques sur la santé

- Effets à seuil
 - Inhalation

Les effets sur la santé sont recensés pour des familles d'hydrocarbures. Ils ne sont pas détaillés ici.

¹ TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group

Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) :

Les VTR ont été élaborés pour chaque groupement de substances par le TPHCWG. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Substance	VTR (mg/m³)	Effet critique observé / organe cible
Aromatiques C _{>8} -C ₁₀	0,2	Perte de poids
Aromatiques C _{>10} -C ₁₂	0,2	Perte de poids
Aromatiques C _{>12} -C ₁₆	0,2	Perte de poids
Aliphatiques C ₅ -C ₆	18,4	Neurotoxicité
Aliphatiques C _{>6} -C ₈	18,4	Neurotoxicité
Aliphatiques C _{>8} -C ₁₀	1	Changements hépatiques et hématologiques
Aliphatiques C _{>10} -C ₁₂	1	Changements hépatiques et hématologiques
Aliphatiques C _{>12} -C ₁₆	1	Changements hépatiques et hématologiques

➤ Effets sans seuil

Les effets sans seuil ne sont pas établis pour les groupements de substances dans le cadre des travaux du TPHCWG. Ils sont à prendre en compte substance par substance.

■ **Références**

TPHCWG, 1997 - Total Petroleum hydrocarbon Criteria Working Group Series- July 1997 - Vol 2 - Composition of Petroleum Mixture - Vol 3 - Selection of representative TPH fraction based on fate and transport considerations - Vol 4 - Development of fraction specific reference doses (RfDs) and reference Concentrations (RfCs) for total petroleum hydrocarbons (TPH).

Benzène - CAS 71-43-2

■ Description

Le benzène est un hydrocarbure aromatique ayant 6 atomes de carbone. Il fait partie des Composés Aromatiques Volatils (CAV) et des BTEX.

La présence de benzène dans l'environnement est d'origine naturelle (feux de forêt, activités volcaniques) ou anthropique. Elle provient essentiellement des automobiles (gaz d'échappement, émanations lors du remplissage des réservoirs) et de l'industrie pétrochimique : carburants, production de matières plastiques,...

Aucune donnée de concentration ubiquitaire dans les sols n'est disponible.

Dans les eaux souterraines, sa concentration ubiquitaire est inférieure à 30 ng/l (OMS, 1993).

Dans l'air, la concentration ubiquitaire est estimée à 1 µg/m³ (HSDB, 2000).

Dans les sols, le benzène est mobile. De par sa pression de vapeur et sa solubilité élevée, le benzène se volatilise à partir de la surface du sol, est entraîné vers les eaux superficielles par ruissellement et vers les eaux souterraines par lixiviation.

Dans l'atmosphère, le benzène existe sous forme gazeuse. Il est principalement dégradé en réagissant avec les radicaux hydroxyles formés par réaction photochimique.

A partir des eaux superficielles, le benzène se volatilise rapidement. Le benzène étant relativement soluble, une partie du benzène présent dans l'atmosphère est déposé sur le sol ou dans les eaux par précipitation.

L'ensemble des essais de dégradation du benzène montre que la substance peut être considérée comme facilement dégradable, une demi-vie de 15 jours dans l'eau pouvant être estimée d'après la méthode proposée par la CE (1996).

■ Effets chroniques sur la santé

Par inhalation, le taux d'absorption est d'environ 50 % (Nomiya et Nomiya, 1974a ; Pekari et al., 1992).

➤ Effets à seuil - Inhalation

De nombreuses études ont mis en évidence des effets hémotoxiques et immunotoxiques du benzène.

L'atteinte de la moelle osseuse est un des tous premiers signes de la toxicité chronique du benzène : anémie aplasique ou syndrome myéloprolifératif pouvant évoluer vers une leucémie.

Des effets sur le système immunitaire ont été décrits dans le cadre d'expositions professionnelles au benzène.

Les effets sur l'homme du benzène résultent principalement de l'inhalation, et les concentrations élevées entraînent une narcose similaire à celle observée pour d'autres gaz anesthésiants habituellement précédée d'une excitation. Cette dépression du système nerveux central peut s'accompagner de convulsions, et la mort résulte d'une dépression respiratoire. L'exposition à 20000 ppm (64980 mg/m³) pendant 5 à 10 minutes est fatale.

De manière générale, les organes cibles pour une exposition au benzène par inhalation sont le système nerveux, le système immunitaire et le sang.

Valeur Toxicologique de Référence (VTR) :

La VTR retenue selon la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 d'octobre 2014 est la suivante :

VTR	Organisme	Organe cible / effet
0,00978 mg/m ³	ATSDR, 2007	Système immunitaire

➤ Effets sans seuil - Classification

Le benzène est classé en catégorie 1 : substance que l'on sait être cancérigène pour l'homme par l'Union Européenne (2004).

Le benzène est classé en groupe 1 : agent cancérigène pour l'homme par le CIRC (1987).

Le benzène est classé en catégorie A : substance cancérigène pour l'homme par l'US EPA (1998).

Le benzène est classé comme substance CMR (Cancérigène, Mutagène, Reprotoxique) pour sa cancérogénicité en catégorie 1A (effet CMR avéré pour l'homme) et pour sa mutagénicité sur les cellules germinales en catégorie 1B (effet CMR présumé pour l'homme) au sens de la réglementation européenne CLP (Classification, Labelling and Packaging).

- Inhalation

La VTR retenue selon la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 d'octobre 2014 est la suivante :

Excès de Risque Unitaire (ERU) _i	Organisme	Organe cible / effet
0,026 (mg/m ³) ⁻¹	ANSES, 2013	Sang

■ **Références**

INERIS, 2006 : Fiche toxicologique de l'INERIS

Toluène - CAS 108-88-3

■ Description

Le toluène est présent à l'état naturel dans les huiles lourdes ou dans les condensats recueillis lors de la production de gaz naturel.

La substance est présente dans l'essence automobile. Elle est utilisée pour la fabrication du benzène, comme solvant dans les peintures, les adhésifs, les encres, les produits pharmaceutiques et cosmétiques.

La concentration ubiquitaire dans l'air est de l'ordre de $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (étude ATSDR de 2000).

Le toluène présente une faible solubilité dans l'eau.

Il est moyennement mobile dans les sols, et peut ainsi atteindre les eaux souterraines.

Le toluène se volatilise rapidement à partir de l'eau ou du sol.

Dans l'atmosphère, le toluène se décompose principalement par réaction photochimique, ce qui entraîne la formation d'ozone. La photolyse n'est pas considérée comme une voie majeure de dégradation.

Le toluène s'est avéré être facilement biodégradable en aérobie dans des essais standards.

De façon générale, la substance présente un faible potentiel de bioaccumulation.

■ Effets chroniques sur la santé

- Effets à seuil
- Inhalation

La principale voie d'absorption du toluène est l'inhalation, l'ingestion restant un phénomène accidentel ou volontaire. Par inhalation, l'absorption est rapide. Le taux d'absorption (environ 50 %) est proportionnel au niveau de ventilation pulmonaire.

Le toluène s'accumule dans les tissus adipeux, le cerveau, et dans de nombreux autres organes (sang, foie, rein, moelle osseuse).

Les études réalisées en milieu professionnel montrent qu'une exposition chronique à des concentrations comprises entre 115 et $500 \text{ mg}/\text{m}^3$ induisent entre autres des atteintes neurologiques.

De manière générale, l'organe cible pour une exposition au toluène par inhalation est le système nerveux central.

Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) :

La VTR retenue selon la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 d'octobre 2014 est la suivante :

VTR	Organisme	Organe cible / effet
3 mg/m ³	ANSES, 2010	Effets neurologiques

➤ Effets sans seuil

La seule étude épidémiologique considérée comme représentative a porté sur une cohorte de 1020 salariés de la rotogravure exposés au minium 3 mois entre 1925 et 1985 en Suède. Cette étude montre un excès de mortalité pour les cancers du tractus respiratoire, de l'estomac ou colorectaux.

Deux études montrent l'influence du toluène sur les niveaux d'hormones LH, FSH et de testostérone lors d'expositions professionnelles. Chez les salariées exposées au cours des premiers mois de grossesse, il a été montré une augmentation du risque d'avortement spontané. Les données chez l'homme et chez l'animal montrent un retard sur le développement de l'enfant.

- Classification

Le toluène est non classé cancérigène par l'Union Européenne (2004), est classé en groupe 3 : l'agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme par le CIRC (1999) et n'est plus classé par manque de donnée par l'US EPA (2005).

Concernant la reproduction et le développement, le toluène est classé par l'Union Européenne en catégorie 3 « substance préoccupante pour la fertilité dans l'espèce humaine ou pour l'homme en raison d'effets toxiques possibles pour le développement.

- Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) :

Aucune VTR n'est disponible pour les effets cancérigènes du toluène.

■ **Références**

INERIS, 2005 : Fiche toxicologique de l'INERIS

Ethylbenzène - CAS 100-41-4

■ Description

L'éthylbenzène est un hydrocarbure aromatique possédant 8 atomes de carbone. Il fait partie des Composés Aromatiques Volatils (CAV) et des BTEX.

La présence d'éthylbenzène dans l'environnement est d'origine anthropique. Elle provient essentiellement de l'industrie pétrochimique : carburants, production de matières plastiques, solvant pour peintures.

Aucune donnée de concentration ubiquitaire dans les sols n'est disponible.

Dans les eaux souterraines, sa concentration ubiquitaire est inférieure à 0,1 µg/l (INERIS, 2005).

Dans les sols, l'éthylbenzène est peu mobile. Il a tendance à se disperser par volatilisation dans l'atmosphère.

Dans l'air, ce composé est présent uniquement sous forme gazeuse.

Dans les eaux souterraines, l'éthylbenzène est dégradé très rapidement (HSDB).

■ Effets chroniques sur la santé

- Effets à seuil
 - Inhalation

Chez l'homme, le taux d'absorption de l'éthylbenzène par inhalation a été mesuré entre 49 et 64 %.

Quatre études épidémiologiques réalisées chez des salariés ont montré des résultats contradictoires concernant les effets systémiques induits par une exposition pulmonaire à l'éthylbenzène.

Les études ont montré que la répartition de l'éthylbenzène dans l'organisme est similaire chez l'homme et chez l'animal.

Chez l'animal, les organes cibles de l'éthylbenzène après une exposition chronique par voie respiratoire sont le foie et les reins.

Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) :

La VTR retenue selon la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 d'octobre 2014 est la suivante :

VTR	Organisme	Organe cible / effet
0,2604 mg/m ³	ATSDR, 2010	Reins

➤ Effets sans seuil

Chez l'homme, aucune association n'a été trouvée entre l'apparition de cancer et l'exposition par voie pulmonaire à l'éthylbenzène.

Aucune étude concernant les effets génotoxiques et reprotoxiques de l'éthylbenzène n'est disponible chez l'homme, quelle que soit la voie d'exposition.

- Classification

L'éthylbenzène a été examiné mais n'a pas été classé par l'Union Européenne.

L'éthylbenzène est rangé en classe 2B : l'agent pourrait être cancérigène pour l'homme par le CIRC.

L'éthylbenzène est en classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme par l'US EPA (1991).

- Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) :

La VTR retenue selon la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 d'octobre 2014 est la suivante :

Excès de Risque Unitaire (ERU)	Organisme	Organe cible / effet
0,0025 (mg/m ³) ⁻¹	OEHHA, 2009	Reins

■ **Références**

INERIS, 2005 : Fiche de données toxicologiques et environnementales - Ethylbenzène - 25/05/2005

HSDB : Hazardous Substances Data Bank - Ethylbenzene

OEHHA : www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/2009/AppendixB.pdf

Xylènes - CAS 1330-20-7

■ Description

Les xylènes regroupent : le o-xylène (CAS 95-47-6), le m-xylène (CAS 108-38-3) et le p-xylène (106-42-3).

Les xylènes sont des hydrocarbures aromatiques ayant 8 atomes de carbone. Ils font partie des Composés Aromatiques Volatils (CAV) et des BTEX.

La présence de xylènes dans l'environnement est d'origine anthropique. Elle provient essentiellement de l'industrie pétrochimique : carburants, production de matières plastiques, solvant, production d'encre d'imprimerie, pesticides,...

Aucune donnée de concentration ubiquitaire dans les sols n'est disponible.

Dans les eaux souterraines, sa concentration ubiquitaire est inférieure à 0,1 µg/l (INERIS, 2005).

Dans l'air, la concentration ubiquitaire est estimée entre 1 et 2 µg/m³ (INERIS, 2005).

Dans les sols, les xylènes présents en surface sont volatilisés dans l'atmosphère. Dans les sols plus profonds, les xylènes auront tendance à être lixiviés.

Dans l'air, ils sont présents uniquement sous forme gazeuse.

Dans les eaux souterraines, les xylènes ne sont pas susceptibles de se fixer sur la phase particulaire.

■ Effets chroniques sur la santé

Par inhalation, le taux d'absorption est d'environ 65 % (INRS, 2009).

Les 3 formes sont présentes dans l'organisme. Le m-xylène est capable de s'accumuler dans l'organisme.

- Effets à seuil
 - Inhalation

Plusieurs études épidémiologiques ont été réalisées dans le milieu professionnel. Cependant, la spécificité des xylènes sur la survenue des symptômes était difficile à mettre en évidence.

De nombreuses études ont montré que l'exposition des salariés était associée à une respiration difficile et une altération des fonctions pulmonaires. Des effets tels que des irritations nasales, de la gorge, mais aussi des effets neurologiques ont été recensés.

De manière générale, les organes cibles pour une exposition aux xylènes par inhalation sont le système nerveux central, le foie, le sang et les poumons.

Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) :

La VTR retenue selon la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 d'octobre 2014 est la suivante :

VTR	Organisme	Organe cible / effet
0,217 mg/m ³	ATSDR, 2007	Système nerveux

➤ Effets sans seuil

Des études en milieu professionnel ont analysé la possible relation entre l'inhalation de xylène et la survenue de leucémies, mais aucune conclusion n'a pu aboutir.

Les xylènes pourraient être liés à des taux d'avortement plus importants en milieu professionnel.

- Classification

Les xylènes sont non classés cancérigènes par l'Union Européenne (1998).

Les xylènes sont classés en groupe 3 : l'agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme par le CIRC (1999).

Les xylènes sont en classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme par l'US EPA (1999).

Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) :

Aucune VTR n'a été déterminée par les instances internationales à la date de rédaction de cette fiche.

■ **Références**

INRS, 2009 : Fiche toxicologique de l'INRS

INERIS, 2006 : Fiche toxicologique de l'INERIS

Cumène - CAS 98-82-8

■ Description

Le cumène (ou isopropylbenzène) est un hydrocarbure aromatique possédant 9 atomes de carbone. Il fait partie des Composés Aromatiques Volatils (CAV).

La présence de cumène dans l'environnement est d'origine anthropique. Le cumène est utilisé dans l'industrie chimique comme intermédiaire dans la production de phénol et d'acétone. Il s'agit aussi d'un constituant mineur de l'essence et de certains solvants.

Aucune donnée de concentration ubiquitaire dans les sols, les eaux souterraines et l'air n'est disponible.

Le cumène possède un temps de demi-vie compris entre 0,4 et 5,1 heures. Il est classé en tant que substance intrinsèquement biodégradable.

Il a tendance à s'adsorber sur les sédiments et les particules en suspension dans l'eau.

Il est considéré comme fortement volatil.

■ Effets chroniques sur la santé

- Effets à seuil
 - Inhalation

Aucune information sur la toxicité du cumène chez l'Homme n'est disponible. Seul le taux d'absorption du cumène par inhalation a été mesuré à environ 50 %.

Chez l'animal, les organes cibles du cumène après une exposition par voie respiratoire sont les poumons, le foie, la rate, le rein et les glandes surénales. Aucun effet neurotoxicologique n'a été observé.

Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) :

La VTR retenue selon la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 d'octobre 2014 est la suivante :

VTR	Organisme	Organe cible / effet
0,4 mg/m ³	USEPA, 1997	Rein, glandes surénales (rat femelle)

➤ Effets sans seuil

Chez l'animal, aucune association n'a été trouvée entre l'apparition de cancer et l'exposition par voie pulmonaire au cumène.

Aucune étude concernant les effets génotoxiques et reprotoxiques du cumène n'est disponible chez l'homme, quelle que soit la voie d'exposition.

- Classification

Le cumène est rangé en classe 2B par le CIRC : l'agent pourrait être cancérigène pour l'homme.

Le cumène est classé en catégorie D par l'US EPA (1996) : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme.

Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) :

Aucune VTR n'a été déterminée par les instances internationales à la date de rédaction de cette fiche.

■ **Références**

INERIS, 2012 : Fiche toxicologique de l'INERIS

US EPA: www.epa.gov/iris/subst/0306.htm

Trichloroéthylène - CAS 79-01-6

■ Description

Le trichloroéthylène n'est pas présent à l'état naturel.

Il est utilisé dans l'industrie pour le dégraissage des pièces métalliques, comme solvant des graisses et des goudrons, dans l'industrie textile pour le nettoyage du coton, ou encore dans la fabrication des adhésifs, colles, peintures et pesticides.

Le trichloroéthylène est mobile dans les sols. L'adsorption aux particules du sol est fonction de l'humidité du sol. Il s'accumule dans la partie souterraine du sol et peut passer dans l'eau souterraine.

Le trichloroéthylène est soluble dans l'eau. Il se volatilise rapidement à partir de l'eau ou du sol.

Le trichloroéthylène est hydrolysable. Plusieurs résultats expérimentaux sont disponibles indiquant une demi-vie supérieure à 10,7 mois. Cette substance est peu biodégradable en milieu aérobie. Des essais ont montré qu'une biodégradation est possible en anaérobie.

Le trichloroéthylène est peu bioaccumulable dans les poissons. Il est faiblement accumulable dans les plantes.

■ Effets chroniques sur la santé

➤ Effets à seuil

La voie respiratoire est la voie d'absorption principale du trichloroéthylène. Une exposition par voie orale est également possible, l'absorption est élevée car le trichloroéthylène passe facilement la barrière intestinale.

Après passage dans le sang, le trichloroéthylène se répartit dans tout l'organisme, particulièrement au niveau du foie et des graisses.

Il est également capable de passer la barrière placentaire.

Plusieurs études menées sur des travailleurs exposés au trichloroéthylène ont montré des symptômes tels que céphalées, léthargie, somnolence, vertiges, nausées et vomissements, pour des concentrations allant de 270 à 540 mg/m³.

D'une manière générale, le trichloroéthylène a des effets sur le système nerveux central, puis sur le rein, le foie, le cœur, le système immunitaire et la peau.

- Inhalation

Valeur Toxicologique de Référence :

VTR Inhalation (mg/m ³)	Organisme	Effet critique observé / Organe cible
0,002	US EPA, 2011	Effets sur le système immunitaire et le développement foetal

➤ Effets sans seuil

Chez l'Homme, les différentes études épidémiologiques réalisées n'ont pas permis d'établir clairement un lien entre exposition par inhalation au trichloréthylène et cancer (difficulté de suivi des cohortes sur 20 ans, présence d'autres solvants,...).

Chez l'animal le lien entre cancer et exposition au trichloréthylène par inhalation est bien établi : présence de lymphomes, tumeurs des testicules ou sur le rein,...

Chez l'animal, le trichloréthylène inhalé induit des perturbations au niveau de la fertilité.

- Classification

Le trichloroéthylène est classé en catégorie 2 par l'Union Européenne : *il doit être assimilé à une substance cancérigène pour l'Homme.*

Le trichloroéthylène est rangé en classe 2A par le CIRC : *l'agent est probablement cancérigène pour l'Homme.*

Le trichloroéthylène est en classe B2/C par l'US EPA (1991) : *intermédiaire entre un cancérigène probable et possible pour l'Homme.*

Valeur toxicologique de référence

ERU Inhalation (mg/m ³) ⁻¹	Organisme	Organe cible / effet
0,0041	US EPA, 2011	Effets sur le système immunitaire, les reins et le foie

■ **Références**

INERIS, 2005 : Fiche toxicologique de l'INERIS

US EPA, 2011 : Profil toxicologique

Sulfure d'hydrogène H₂S - CAS 7783-06-4

■ Description

L'hydrogène sulfuré ou sulfure d'hydrogène (H₂S) est un gaz incolore.

C'est un sous-produit de différentes opérations de l'industrie. Il est utilisé dans la fabrication de sulfures métalliques, notamment sulfure de sodium et hydrosulfure de sodium pour l'industrie du papier, dans la fabrication de mercaptans, dans l'industrie des colorants, du caoutchouc, du cuir, des pesticides, chimique (polymères et additifs des plastiques), pharmaceutique, nucléaire (fabrication de l'eau lourde) et en métallurgie extractive de l'or.

Le H₂S peut aussi être produit naturellement par dégradation anaérobie par les micro-organismes.

Le sulfure d'hydrogène a été identifié dans tous les milieux environnementaux : air, eau de surface, eaux souterraines, sols et sédiments (ATSDR, 2006).

Le sulfure d'hydrogène est émis facilement dans l'air, car c'est un gaz dont la température d'ébullition est de -60 °C environ. Il est naturellement présent dans le pétrole, le gaz naturel, les gaz volcaniques et certaines sources chaudes (geysers). Il peut résulter de décompositions bactériennes de la matière organique, de marécages, de la surface des eaux des océans. Il est également produit par les déchets humains et animaux. Le sulfure d'hydrogène peut également provenir des activités industrielles, telles que la transformation des produits alimentaires, le traitement des eaux usées, les hauts fourneaux, les papeteries, les tanneries et les raffineries de pétrole.

Les études mesurant la concentration du sulfure d'hydrogène dans l'air ambiant sont peu nombreuses et les études rapportées par les différents organismes montrent que les concentrations ubiquitaires d'hydrogène sulfuré ne sont pas homogènes.

La présence du sulfure d'hydrogène, dans l'air ambiant, serait inférieure à 1.10^{-3} mg.m³.

Le sulfure d'hydrogène peut prendre naissance dans les sols à partir de la décomposition de matières organiques de marécages ou des volcans... Il y a alors émission de sulfure d'hydrogène dans l'air. Toutefois, le sulfure d'hydrogène contenu dans les sols réagit aussi par rapport au milieu, notamment en milieu humide. Des sulfures peuvent se former et des réactions d'oxydation peuvent engendrer la formation de soufre.

- Effets à seuil - Inhalation
 - Effets systémiques

Chez l'homme, l'H₂S est associé à une augmentation de la mortalité par pathologies pulmonaires et de l'incidence des pathologies cardiovasculaires et du système nerveux

(central et périphérique, mais il existe des co-expositions). Des atteintes oculaires (conjonctivite et kératite) sont également rapportées.

Valeur Toxicologique de Référence (VTR) :

La VTR retenue selon la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 d'octobre 2014 est la suivante :

VTR	Organisme	Organe cible / effet
0,002 mg/m ³	US EPA, 2003	Lésions nasales

➤ Effets sans seuil - Inhalation
- Effets cancérogènes

Une seule étude chez l'homme est disponible. Elle rapporte des excès de risque de cancer nasal et un excès de risque de cancer de la trachée, des bronches et des poumons mais son interprétation reste délicate et ne permet pas de conclure.

La seule étude de génotoxicité ne permet pas de conclure.

- Effets sur la reproduction et le développement

Chez l'homme, une augmentation du taux d'avortements spontanés a été décrite mais les résultats sont difficilement interprétables du fait de co-expositions. Les différentes études chez l'animal ne permettent pas d'identifier d'effet sur la reproduction ou le développement.

- Classification

Union Européenne : le sulfure d'hydrogène a été analysé mais n'a pas été classé (JOCE, 2004).

CIRC - IARC : le sulfure d'hydrogène n'a pas été étudié par l'IARC.

US EPA (IRIS) : les données relatives au sulfure d'hydrogène ont été jugées insuffisantes pour l'évaluation d'un éventuel pouvoir cancérogène (US EPA-IRIS, 2003a).

Valeur Toxicologique de Référence (VTR) :

Aucune VTR n'a été déterminée par les instances internationales à la date de rédaction de cette fiche.

■ **Références**

INERIS, 2011 : Fiche de l'INERIS

**Annexe 2 : Paramètres physico-chimiques des
substances considérées dans l'étude (1 page)**

**Annexe 3 : Equations utilisées pour la
modélisation des transferts des polluants (5 pages)**

Transferts de l'air du sol vers l'air extérieur

La contamination de l'air extérieur résulte de la dispersion en extérieur des émissions en intérieur amont et en extérieur.

En l'absence de prise en compte de dispersion horizontale, la largeur de la bande aval éolien de chaque source est considérée comme constante.

Le modèle de la boîte a l'avantage de la simplicité et de la transparence. Le flux émis sur la surface d'émission est supposé se répartir immédiatement dans la boîte délimitée par cette surface et une « hauteur de dispersion » donnée, et balayée par un vent de vitesse donnée.

Le calcul de la concentration dans l'air extérieur est défini comme suit :

$$C_{air_ext} = \frac{C_{air_sol_f} \times Deff_ext \times Lemis}{Psource \times v \times h}$$

Avec :

C_{air_ext} : Concentration dans l'air extérieur (mg/m³)

C_{air_sol_f} : Concentration dans l'air du sol (mg/m³)

Deff_ext : Coefficient de diffusion effectif global dans le sol (cm²/s)

Lemis : Longueur de la source en aval éolien et en extérieur (cm)

Psource : Profondeur de la source de pollution (cm)

v : Vitesse du vent (cm/s)

h : Hauteur d'exposition (cm)

Transfert de l'air du sol vers l'air intérieur (source infinie avec dalle béton)

Jeux d'équations - transferts des polluants de l'air du sol vers l'air intérieur - modèle Johnson & Ettinger (US EPA, 2004)

Ce modèle considère un flux de polluants provenant de l'air du sol (source infinie) transféré vers l'air intérieur du bâtiment par le biais de phénomènes de diffusion et de convection.

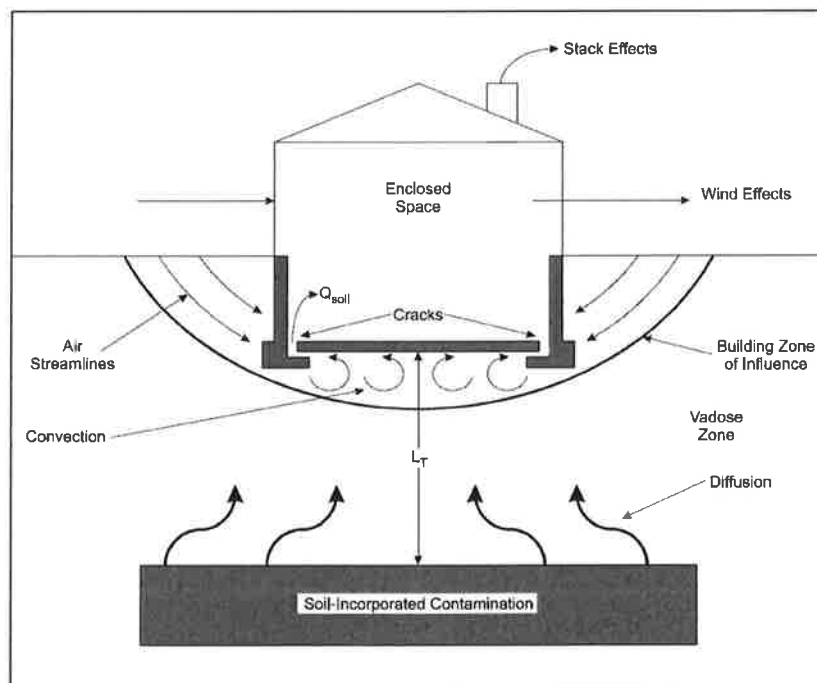


Figure : Flux de polluants pris en compte dans le modèle Johnson & Ettinger

Le modèle peut calculer la concentration dans l'air intérieur à partir des teneurs mesurées dans l'air du sol.

Pour cela, un coefficient d'atténuation α est calculé entre la concentration dans l'air du sol et la concentration dans l'air intérieur :

$$C_{bat} = \alpha \times C_{air_sol_f}$$

Avec :

C_{bat} : Concentration dans l'air intérieur du bâtiment (mg/m^3_{air})

$C_{air_sol_f}$: Concentration dans l'air du sol (mg/m^3_{air})

α : Coefficient d'atténuation (-)

- Le coefficient d'atténuation α est calculé comme ci-après :

$$\alpha = \frac{\frac{Deff \times AB}{Q_B \times L_T} \times \left[\exp\left(\frac{Q_{soil} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) \right]}{\left[\exp\left(\frac{Q_{soil} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) + \left(\frac{Deff \times AB}{Q_B \times L_T}\right) + \left(\frac{Deff \times AB}{Q_{soil} \times L_T}\right) \times \left[\exp\left(\frac{Q_{soil} \times L_{crack}}{D_{crack} \times A_{crack}}\right) - 1 \right] \right]}$$

$Deff$: Coefficient de diffusion global (cm^2/s)

AB : Surface de l'espace enterré (cm^2)

Q_B : Taux de ventilation du bâtiment (cm^3/s)

L_T : Distance entre la source de pollution et la base des fondations du bâtiment (cm)

Q_{soil} : Flux d'air du sol vers le bâtiment (cm^3/s)

L_{crack} : Epaisseur de la fondation (cm)

D_{crack} : Coefficient de diffusion au-travers les fissures (cm^2/s)

A_{crack} : Aire totale des fissures (cm^2)

- le coefficient de diffusion global $Deff$ est défini comme suit :

$$Deff = \frac{L_T}{\sum_{i=0}^n \frac{L_i}{Deff,i}}$$

L_T : Distance entre la source de pollution et la base des fondations du bâtiment (cm)

L_i : Distance entre la source de pollution et chaque couche de sol (cm)

$Deff,i$: Coefficient de diffusion au-travers de chaque couche de sol (cm^2/s)

- Le coefficient de diffusion au-travers de chaque couche de sol $Deff,i$ est défini par :

$$Deff,i = Da \times \left(\frac{\theta_{a,i}^{3,33}}{n_i^2} \right) + \left(\frac{Dw}{H} \right) \times \left(\frac{\theta_{w,i}^{3,33}}{n_i^2} \right)$$

Da : Coefficient de diffusion dans l'air de la substance (cm^2/s)

$\theta_{a,i}$: Porosité sol-air de la couche de sol i (cm^3/cm^3)

n_i : Porosité totale de la couche de sol i (cm^3/cm^3)

Dw : Coefficient de diffusion dans l'eau de la substance (cm^2/s)

H : Constante de Henry de partage air/eau adimensionnée (mg/m^3_a)/(mg/m^3_w)

$\theta_{w,i}$: Porosité eau-air de la couche de sol i (cm^3/cm^3)

- Le taux de ventilation du bâtiment Q_B est déterminé par :

$$Q_B = \frac{L_B \times H_B \times W_B \times ER}{3\ 600}$$

Q_B : Taux de ventilation du bâtiment (cm^3/s)

L_B : Longueur du bâtiment (cm)

H_B : Hauteur du bâtiment (cm)

W_B : Largeur du bâtiment (cm)

ER : Taux de renouvellement d'air (/h)

- Le flux d'air du sol entrant dans le bâtiment Q_{soil} est déterminé par :

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

ΔP : Différence de pression entre la surface du sol et le bâtiment ($g/cm.s^2$)

k_v : Perméabilité de l'air du sol (cm^2)

X_{crack} : Périmètre de la dalle de fondation (cm)

μ : Viscosité de l'air ($g/cm.s$)

Z_{crack} : Profondeur de la base des fondations (cm)

r_{crack} : Rayon équivalent d'une fissure (cm)

Avec le rayon équivalent d'une fissure r_{crack} égal à :

$$r_{crack} = \eta \times \frac{AB}{X_{crack}}$$

$$\eta = A_{crack} / AB$$

$$A_{crack} = X_{crack} \times w$$

AB : Surface de l'espace enterré (cm²)

X_{crack} : Périmètre d'une fissure entre le sol et le mur (cm)

A_{crack} : Aire totale des fissures (cm²)

η : Ration de fissures par surface (-)

w : Largeur des fissures de retrait (cm)

**Annexe 4 : Paramètres retenus pour la
modélisation du transfert des polluants et de
l'exposition (2 pages)**

Paramètres de transfert

Paramètre	Unité	Donnée d'entrée	Source
Données générales - Extérieur			
Vitesse du vent	cm/s	3,97E+02	Météo France
Profondeur de la source	cm	4,00E+01	Scénario retenu (40 cm de couche de forme ou 30 cm de couche de forme + 10 cm d'enrobé au- dessus de la pollution)
Longueur de la source en aval éolien et en extérieur	cm	1,00E+04	Scénario retenu
Données générales - Bâtiment de plain-pied			
Distance entre la source et la base des fondations du bâtiment	cm	7,60E+01	Scénario retenu
Caractéristiques du sol pollué			
Type de sol =		Limon sableux	Mesure (Pa5-2)
Fraction de matière sèche	kgMS/kgMB	8,10E-01	Mesure (Pa5-2)
Porosité totale	-	3,87E-01	Johnson&Ettinger
Masse volumique = densité	kg/m3	1,62E+03	Johnson&Ettinger
Caractéristiques du sol : couche A - Bâtiment de plain-pied			
Type de sol =		Sable	Scénario retenu (couche de forme)
Epaisseur de la couche sol	cm	5,40E+01	Scénario retenu
Porosité sol-air de la couche de sol A	(-)	3,21E-01	Johnson&Ettinger
Porosité sol-eau de la couche de sol A	(-)	5,40E-02	Johnson&Ettinger
Porosité totale de la couche de sol A	(-)	3,75E-01	Johnson&Ettinger
Caractéristiques du sol : couche B - Bâtiment de plain-pied			
Type de sol =		Silt	Scénario retenu (terrain en place sus-jacent aux ordures ménagères)
Epaisseur de la couche sol	cm	4,60E+01	Scénario retenu
Porosité sol-air de la couche de sol A	(-)	3,22E-01	Johnson&Ettinger
Porosité sol-eau de la couche de sol A	(-)	1,67E-01	Johnson&Ettinger
Porosité totale de la couche de sol A	(-)	4,89E-01	Johnson&Ettinger
Caractéristiques du sol : couche A - Cour			
Type de sol =		Enrobé	Scénario retenu
Epaisseur de la couche sol	cm	1,00E+01	Scénario retenu
Porosité sol-air de la couche de sol A	(-)	3,00E-02	INERIS
Porosité totale de la couche de sol A	(-)	3,00E-02	INERIS
Caractéristiques du sol : couche B - Cour			
Type de sol =		Sable	Scénario considéré
Epaisseur de la couche sol	cm	3,00E+01	Scénario considéré
Porosité sol-air de la couche de sol A	(-)	3,21E-01	Johnson&Ettinger
Porosité sol-eau de la couche de sol A	(-)	5,40E-02	Johnson&Ettinger

Paramètre	Unité	Donnée d'entrée	Source
Porosité totale de la couche de sol A	(-)	3,75E-01	Johnson&Ettinger
Caractéristiques du sol : couche A - Parking			
Type de sol =		Sable	Scénario considéré
Epaisseur de la couche sol	cm	4,00E+01	Scénario considéré
Porosité sol-air de la couche de sol A	(-)	3,21E-01	Johnson&Ettinger
Porosité sol-eau de la couche de sol A	(-)	5,40E-02	Johnson&Ettinger
Porosité totale de la couche de sol A	(-)	3,75E-01	Johnson&Ettinger

Paramètres de transfert - Données bâtiment

Paramètre	Unité	Donnée d'entrée	Source
Données bâtiment - Bâtiment de plain-pied			
Longueur d'une salle de classe (dalle béton)	cm	1000	Scénario retenu
Largeur d'une salle de classe (dalle béton)	cm	500	Scénario retenu
Hauteur d'une salle de classe	cm	270	Scénario retenu
Largeur des fissures de retrait	cm	0,1	Johnson&Ettinger
Taux de renouvellement d'air	/h	1	Scénario retenu
Différence de pression (surface du sol / bâtiment)	g/cm.s ²	40	Johnson&Ettinger
Profondeur de la base des fondations (=L _F)	cm	24	Scénario retenu
Epaisseur de la fondation	cm	24	Scénario retenu

Paramètres d'exposition

Paramètre	Valeur	Source
Hauteur d'exposition (adulte) (cm)	150	INERIS, 2011
Hauteur d'exposition (enfant) (cm)	100	INERIS, 2011

Annexe 5 : Résultats détaillés de l'EQRS (2 pages)

Scénario « enseignant » - Bâtiment de plain-pied, cour et parking

Substance		COHV	CAV					HC							Biogaz	Somme toutes substances confondues	
		Trichloroéthylène	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	Xylènes	Cumène	Aromatiques C ₈ -C ₁₀	Aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	Aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	Aliphatiques C ₅ -C ₆	Aliphatiques C ₆ -C ₈	Aliphatiques C ₈ -C ₁₀	Aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	Aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆		H2S
INHALATION DE SUBSTANCES VOLATILES																	
Exposition sur le parking																	
Concentration en polluants dans le milieu d'exposition	mg/m ³	7,10E-07	1,20E-05	1,96E-06	6,80E-07	7,08E-06	1,25E-06	9,08E-06	5,04E-06	8,07E-06	1,21E-03	1,13E-03	1,46E-03	3,73E-05	2,02E-05	2,18E-03	
Dose Journalière d'Exposition (DJE)	mg/m ³	7,01E-09	1,18E-07	1,93E-08	6,72E-09	6,99E-08	1,23E-08	8,96E-08	4,98E-08	7,97E-08	1,20E-05	1,12E-05	1,44E-05	3,69E-07	1,99E-07	2,15E-05	
Dose Journalière d'Exposition (DJE) - Vie-entière	mg/m ³	4,01E-09	6,76E-08	1,10E-08	3,84E-09	3,99E-08	7,05E-09	5,12E-08	2,85E-08	4,55E-08	6,83E-06	6,37E-06	8,25E-06	2,11E-07	1,14E-07	1,23E-05	
Quotient de Danger (QD)	-	3,51E-06	1,21E-05	6,44E-09	2,58E-08	3,22E-07	3,08E-08	4,48E-07	2,49E-07	3,98E-07	6,50E-07	6,06E-07	1,44E-05	3,69E-07	1,99E-07	1,07E-02	1,08E-02
Excès de Risque Individuel (ERI)	-	1,64E-11	1,76E-09		9,60E-12												1,78E-09
Exposition dans le rez-de-chaussée du bâtiment																	
Concentration en polluants dans le milieu d'exposition	mg/m ³	1,01E-05	1,62E-04	2,66E-05	9,86E-06	1,05E-04	1,91E-05	1,16E-04	6,45E-05	1,03E-04	1,55E-02	1,44E-02	1,87E-02	4,77E-04	2,58E-04	2,05E-02	
Dose Journalière d'Exposition (DJE)	mg/m ³	1,59E-06	2,56E-05	4,21E-06	1,56E-06	1,67E-05	3,02E-06	1,83E-05	1,02E-05	1,63E-05	2,44E-03	2,28E-03	2,95E-03	7,54E-05	4,07E-05	3,24E-03	
Dose Journalière d'Exposition (DJE) - Vie-entière	mg/m ³	9,10E-07	1,46E-05	2,40E-06	8,90E-07	9,52E-06	1,73E-06	1,05E-05	5,82E-06	9,31E-06	1,40E-03	1,30E-03	1,69E-03	4,31E-05	2,33E-05	1,85E-03	
Quotient de Danger (QD)	-	7,96E-04	2,62E-03	1,40E-06	5,98E-06	7,67E-05	7,56E-06	9,17E-05	5,09E-05	8,15E-05	1,33E-04	1,24E-04	2,95E-03	7,54E-05	4,07E-05	1,62E+00	1,63E+00
Excès de Risque Individuel (ERI)	-	3,73E-09	3,81E-07		2,23E-09												3,87E-07
Exposition dans l'air extérieur																	
Concentration en polluants dans le milieu d'exposition	mg/m ³	1,41E-07	2,38E-06	3,88E-07	1,35E-07	1,41E-06	2,48E-07	1,80E-06	1,00E-06	1,60E-06	2,40E-04	2,24E-04	2,90E-04	7,41E-06	4,01E-06	4,32E-04	
Dose Journalière d'Exposition (DJE)	mg/m ³	3,62E-09	6,10E-08	9,97E-09	3,47E-09	3,61E-08	6,37E-09	4,63E-08	2,57E-08	4,11E-08	6,17E-06	5,76E-06	7,46E-06	1,90E-07	1,03E-07	1,11E-05	
Dose Journalière d'Exposition (DJE) - Vie-entière	mg/m ³	2,07E-09	3,49E-08	5,70E-09	1,98E-09	2,06E-08	3,64E-09	2,64E-08	1,47E-08	2,35E-08	3,53E-06	3,29E-06	4,26E-06	1,09E-07	5,88E-08	6,34E-06	
Quotient de Danger (QD)	-	1,81E-06	6,24E-06	3,32E-09	1,33E-08	1,66E-07	1,59E-08	2,31E-07	1,29E-07	2,06E-07	3,35E-07	3,13E-07	7,46E-06	1,90E-07	1,03E-07	5,55E-03	5,57E-03
Excès de Risque Individuel (ERI)	-	8,48E-12	9,07E-10		4,96E-12												9,20E-10
Risques toutes INHALATIONS confondues																	
Somme des Quotients de Danger (QD)	-	8,01E-04	2,64E-03	1,41E-06	6,02E-06	7,72E-05	7,60E-06	9,24E-05	5,13E-05	8,21E-05	1,34E-04	1,25E-04	2,98E-03	7,59E-05	4,11E-05	1,64E+00	1,64E+00
Valeur repère	-	1															
Somme des Excès de Risque Individuel (ERI)	-	3,75E-09	3,84E-07		2,24E-09												3,90E-07
Valeur repère	-	10 ⁻⁵															

Remarque : Les cellules grisées indiquent des dépassements par rapport aux valeurs repère.

Scénario « élève » - Bâtiment de plain-pied, cour et parking

Substance		COHV	CAV					HC								Biogaz	Somme toutes substances confondues
		Trichloroéthylène	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	Xylènes	Cumène	Aromatiques C ₈ -C ₁₀	Aromatiques C ₁₀ -C ₁₂	Aromatiques C ₁₂ -C ₁₆	Aliphatiques C ₅ -C ₆	Aliphatiques C ₆ -C ₈	Aliphatiques C ₈ -C ₁₀	Aliphatiques C ₁₀ -C ₁₂	Aliphatiques C ₁₂ -C ₁₆	H2S	
INHALATION DE SUBSTANCES VOLATILES																	
Exposition sur le parking																	
Concentration en polluants dans le milieu d'exposition	mg/m ³	1,07E-06	1,80E-05	2,93E-06	1,02E-06	1,06E-05	1,87E-06	1,36E-05	7,56E-06	1,21E-05	1,82E-03	1,69E-03	2,19E-03	5,60E-05	3,03E-05	3,26E-03	
Dose Journalière d'Exposition (DJE)	mg/m ³	1,05E-08	1,77E-07	2,90E-08	1,01E-08	1,05E-07	1,85E-08	1,34E-07	7,47E-08	1,20E-07	1,79E-05	1,67E-05	2,17E-05	5,53E-07	2,99E-07	3,22E-05	
Dose Journalière d'Exposition (DJE) - Vie-entière	mg/m ³	1,43E-09	2,41E-08	3,93E-09	1,37E-09	1,42E-08	2,51E-09	1,82E-08	1,01E-08	1,62E-08	2,43E-06	2,27E-06	2,94E-06	7,50E-08	4,06E-08	4,37E-06	
Quotient de Danger (QD)	-	5,26E-06	1,81E-05	9,65E-09	3,87E-08	4,83E-07	4,63E-08	6,72E-07	3,73E-07	5,98E-07	9,74E-07	9,09E-07	2,17E-05	5,53E-07	2,99E-07	1,61E-02	1,62E-02
Excès de Risque Individuel (ERI)	-	5,85E-12	6,26E-10		3,42E-12												6,35E-10
Exposition dans le rez-de-chaussée du bâtiment																	
Concentration en polluants dans le milieu d'exposition	mg/m ³	1,01E-05	1,62E-04	2,66E-05	9,86E-06	1,05E-04	1,91E-05	1,16E-04	6,45E-05	1,03E-04	1,55E-02	1,44E-02	1,87E-02	4,77E-04	2,58E-04	2,05E-02	
Dose Journalière d'Exposition (DJE)	mg/m ³	3,57E-06	5,75E-05	9,44E-06	3,50E-06	3,74E-05	6,78E-06	4,12E-05	2,29E-05	3,66E-05	5,49E-03	5,12E-03	6,63E-03	1,69E-04	9,15E-05	7,27E-03	
Dose Journalière d'Exposition (DJE) - Vie-entière	mg/m ³	4,59E-07	7,40E-06	1,21E-06	4,50E-07	4,81E-06	8,72E-07	5,29E-06	2,94E-06	4,70E-06	7,06E-04	6,59E-04	8,53E-04	2,18E-05	1,18E-05	9,34E-04	
Quotient de Danger (QD)	-	1,79E-03	5,88E-03	3,15E-06	1,34E-05	1,72E-04	1,70E-05	2,06E-04	1,14E-04	1,83E-04	2,98E-04	2,78E-04	6,63E-03	1,69E-04	9,15E-05	3,63E+00	3,65E+00
Excès de Risque Individuel (ERI)	-	1,88E-09	1,92E-07		1,12E-09												1,95E-07
Exposition dans l'air extérieur																	
Concentration en polluants dans le milieu d'exposition	mg/m ³	2,12E-07	3,57E-06	5,82E-07	2,03E-07	2,11E-06	3,72E-07	2,70E-06	1,50E-06	2,40E-06	3,61E-04	3,37E-04	4,36E-04	1,11E-05	6,01E-06	6,48E-04	
Dose Journalière d'Exposition (DJE)	mg/m ³	8,36E-09	1,41E-07	2,30E-08	8,00E-09	8,33E-08	1,47E-08	1,07E-07	5,93E-08	9,49E-08	1,42E-05	1,33E-05	1,72E-05	4,39E-07	2,37E-07	2,56E-05	
Dose Journalière d'Exposition (DJE) - Vie-entière	mg/m ³	1,13E-09	1,91E-08	3,12E-09	1,09E-09	1,13E-08	2,00E-09	1,45E-08	8,05E-09	1,29E-08	1,93E-06	1,80E-06	2,34E-06	5,96E-08	3,22E-08	3,48E-06	
Quotient de Danger (QD)	-	4,18E-06	1,44E-05	7,67E-09	3,07E-08	3,84E-07	3,68E-08	5,34E-07	2,97E-07	4,75E-07	7,74E-07	7,22E-07	1,72E-05	4,39E-07	2,37E-07	1,28E-02	1,28E-02
Excès de Risque Individuel (ERI)	-	4,65E-12	4,97E-10		2,72E-12												5,04E-10
Risques toutes INHALATIONS confondues																	
Somme des Quotients de Danger (QD)	-	1,80E-03	5,92E-03	3,17E-06	1,35E-05	1,73E-04	1,70E-05	2,07E-04	1,15E-04	1,84E-04	3,00E-04	2,80E-04	6,67E-03	1,70E-04	9,20E-05	3,66E+00	3,68E+00
Valeur repère	-	<i>1</i>															
Somme des Excès de Risque Individuel (ERI)	-	1,89E-09	1,93E-07		1,13E-09												1,97E-07
Valeur repère	-	<i>10⁻⁵</i>															

Remarque : Les cellules grisées indiquent des dépassements par rapport aux valeurs repère.

Annexe 6 : Références bibliographiques (2 pages)

Références :

ADEME/IRSN, 2003 : « A model description CIBLEX » - Base de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué

BRGM, 2008 : « Guide sur le comportement des polluants dans le sol et les nappes »

INERIS, 2001 : « Méthode de calcul des VCI dans les sols », Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Novembre 2001

INERIS 2003 : « Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE - Risques chimiques »

INERIS, 2010 : « Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle » - Rapport n° DRC-08-94882-16675B

INERIS, 2012 : « Réutilisation des terres excavées sur des projets d'aménagement : élaboration de seuils vis-à-vis des risques sanitaires » - n° DRC-11-115732-09274C - 29/02/2012

INERIS, 2013 - Formation RC 06 A : « L'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires liés aux sites et sols pollués »

INSEE, 1996 : « INSEE RESULTATS » n°80-81, Mars 1996

Johnson & Ettinger, 1991 : « Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings », Environ Sci. Techn. 25 : 1445-1452

MEDAD, 2007 : « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels »

MEDDE et MASSDF, 2014 : « Note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués »

RIVM, 2007 : « CSOIL 2000 - An exposure model for human risk assessment of soil contamination » - RIVM report 711701054/2007

RIVM, 2008 : « Site-specific human risk assessment of soil contamination with volatile compounds » - RIVM report 711701049/2008

TPHCWG, 1997 - Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series,
July 1997 Vol 2 « Composition of Petroleum Mixture » ;
 Vol 3 « Selection of representative TPH fraction based on fate and
 transport considerations » ;
 Vol 4 « Development of fraction specific Reference Doses (RfDs) and
 Reference Concentrations (RfCs) for total petroleum hydrocarbons
 (TPH) »

US EPA, 2004 : « User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into
buildings »

Bases de données toxicologiques :

Furetox : <http://www.furetox.fr/>

Portail substances chimiques de l'INERIS : <http://www.ineris.fr/substances/fr/>

ITER – TERA : <http://www.tera.org/iter/>

IRIS – US EPA : www.epa.gov/iris/

ATSDR : <http://www.atsdr.cdc.gov>