



SNECMA – GROUPE SAFRAN
Etablissement d'Evry-Corbeil
Rue Henri-Auguste Desbruères
BP 81
91003 EVRY CEDEX

A l'attention de Monsieur Jérôme POMMIER

Analyse des enjeux sanitaires

Travaux de dépollution Ancien banc d'essai Avenue Marcel Issartier 33700 MERIGNAC

Démarche de gestion des sites et sols (potentiellement) pollués -
circulaire ministérielle et outils du 8 février 2007
Prestation élémentaire A320 selon NFX31-620-2 - juin 2011



N° de mission : A531957468

Date : 15/02/2017



APAVE SUDEUROPE SAS
DIVISION CONSEIL - SERVICE ENVIRONNEMENT
SITES & SOLS POLLUES
Z.I. avenue Gay Lussac
33370 ARTIGUES-près-BORDEAUX
Tél : 05 56 77 27 27 – Fax : 05 56 77 27 00

APAVE SUDEUROPE SAS
DIVISION CONSEIL - SERVICE ENVIRONNEMENT
SITES & SOLS POLLUES
Z.I. avenue Gay Lussac
33370 ARTIGUES-près-BORDEAUX
Tél : 05 56 77 27 27 – Fax : 05 56 77 27 00


ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

(Démarche d'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) - Analyse des Risques Résiduels (ARR)
- prestation élémentaire A320 selon NFX31-620-2 - juin 2011))

SNECMA
ANCIEN BANC D'ESSAI
RUE MARCEL ISSARTIER
33700 MERIGNAC

N° de mission : A531957468

Adresse(s) d'expédition :
Exemplaire(s) jerome.pommier@safrangroup.com

Version	Date	Chef de Projet	Superviseur
		Line DUBEC	Nicolas BOUCHERY
1	15/02/17		

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRESTATION - CONTEXTE DE GESTION	6
2.	PERIMETRE.....	6
3.	REGLEMENTATION, REFERENTIELS ET GUIDES METHODOLOGIQUES.....	7
4.	RAPPEL DES ETUDES PREALABLES ET RESULTATS DES DERNIERES INVESTIGATIONS.....	8
4.1.	Etudes avant traitement.....	8
4.2.	Etat des sols après excavation (LOT1).....	9
4.3.	Exploitation de l'unité de traitement in situ – rappel de l'historique	10
4.4.	Suivi environnemental en cours de traitement (LOTS2 et 3).....	12
4.5.	Résultats des investigations après traitement	13
5.	DONNEES D'ENTREE DE L'ARR	18
6.	SCHEMA CONCEPTUEL BASE DE L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	19
7.	ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	20
7.1.	Réglementation et guides méthodologiques	20
7.2.	Démarche méthodologique	20
7.3.	Codes de calculs utilisés.....	21
7.4.	Généralités sur les mécanismes de transfert des polluants	21
7.5.	Identification des dangers	23
7.5.1.	Identification et caractéristiques des sources	23
7.5.2.	Identification des vecteurs et voies d'exposition retenues	23
7.5.3.	Identification et caractéristiques des cibles	24
7.5.4.	Scénarii d'exposition retenus	24
7.6.	Relation dose / effets pour les substances.....	25
7.6.1.	Caractéristiques physico-chimiques des éléments traceurs du risque retenus	25
7.6.2.	Définition des Valeurs Toxicologiques de Références	25
7.7.	Évaluation des expositions	27
7.7.1.	Modèles de transfert / exposition utilisés et choix des données d'entrée	27
7.7.2.	Détermination des doses d'expositions	28
7.8.	Evaluation et caractérisation des risques.....	29
7.8.1.	Résultats des calculs de risques	29
7.8.2.	Scénario – Travailleurs sur site en intérieur - source gaz du sol	30
7.8.3.	Constat et interprétation	31
8.	INCERTITUDES	32
8.1.	Incertitudes relatives à la lithologie du sous sol.....	32
8.2.	Incertitudes relatives aux caractéristiques du bâtiment.....	32
8.3.	Incertitudes portant sur la définition des cibles et des usages	32
8.4.	Concentrations retenues	32
8.5.	Caractéristiques physico-chimiques des polluants et valeurs toxicologiques de référence.....	33
8.6.	Incertitudes liées aux modèles utilisés	33
8.7.	Évaluation quantitative des incertitudes.....	33
8.8.	Choix des VTR.....	34
9.	CONCLUSION - SYNTHESE TECHNIQUE	35

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE (SOURCE GEOPORTAIL)	6
FIGURE 2 : EXTRAIT DE PLAN CADASTRAL (SOURCE GEOPORTAIL)	7

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : SCHEMA CONCEPTUEL (MILIEU POLLUANT / VOIE D'EXPOSITION / CIBLE)	19
TABLEAU 2 : TENEURS PRISES EN COMPTE EN ELEMENTS TRACEURS POUR LE MILIEU GAZ DU SOL EN INTERIEUR.....	23
TABLEAU 3 : VOIES ET VECTEURS D'EXPOSITION.....	24
TABLEAU 4 : HYPOTHESES D'EXPOSITION RETENUES.....	24
TABLEAU 5 : CARACTERISTIQUES DU SCENARIO D'EXPOSITION RETENU	24
TABLEAU 6 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE (VTR) RETENUES POUR L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	26
TABLEAU 7 : MODELES DE TRANSFERT / EXPOSITION UTILISEES POUR L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	28
TABLEAU 8 : VALEURS DES PARAMETRES UTILISEES POUR LE MODELE JOHNSON ET ETTINGER.....	27
TABLEAU 9 : SCENARIO D'EXPOSITION - SOURCE GAZ DU SOL - QD (OU IR)	30
TABLEAU 10 : SCENARIO D'EXPOSITION - SOURCE GAZ DU SOL - ERI	30
TABLEAU 11 : ETUDE DE SENSIBILITE DU MODELE DE TRANSFERT DES COMPOSES VOLATILS JOHNSON ETTINGER	34
TABLEAU 12 : RESULTATS DES CALCULS DE RISQUE	35

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : CAMPAGNES SEMESTRIELLES DE SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES (OCTOBRE 2013 A JANVIER 2017)	
ANNEXE 2 : BORDEREAU D'ANALYSES ALCONTROL (RESULTATS SOL DE NOVEMBRE 2016)	
ANNEXE 3 : BORDEREAU D'ANALYSES ALCONTROL (RESULTATS EAUX SOUTERRAINES JANVIER 2017)	
ANNEXE 4 : FEUILLE DE CALCUL DE RISQUES	
ANNEXE 5 : CARACTERISTIQUES DES SUBSTANCES / TRACEURS DE RISQUES	

SYNTHESE NON TECHNIQUE

OBJET	OBSERVATIONS ESSENTIELLES
Donneur d'Ordre	SNECMA (Groupe SAFRAN)
Localisation du site	14 rue Marcel Issartier
Contexte de la prestation	Opération de réhabilitation du site
Objectif(s) de la prestation	Vérification de la compatibilité sanitaire entre l'état des milieux et le dernier usage
Etudes préalables Codifications selon NFX31-620-2	<p>Les études antérieures disponibles sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse historique et documentaire- Investigations de terrain Rapport APAVE n°2012.33364.v3 de 09/2012 - Investigations complémentaires de terrain Rapport APAVE n°2012.35510.v3 de 02/2013 - Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires Rapport APAVE n°2012.35510.v2 de 02/2013 - Plan de gestion Rapport APAVE n°2012.35510.vF de 09/2013 - Suivi de la qualité des eaux souterraines – Essai Lefranc Rapport APAVE n°2013.42435 de 11/2013 - Suivi de la qualité des eaux souterraines Rapport APAVE n°2014.45748 de 05/2014 - Suivi de la qualité des eaux souterraines Rapport APAVE n°31538739 de 12/2014 - Suivi de la qualité des eaux souterraines Rapport APAVE n°31671498 de 06/2015 - Analyse des Enjeux Sanitaires (mise à jour de l'EQRS de février 2013) Rapport APAVE n°A531582726 de 08/2015 - Suivi de la qualité des eaux souterraines Rapport APAVE n°A531748529 de 12/2015 - Suivi de la qualité des eaux souterraines Rapport APAVE n°A531878983 de 07/2016 - Suivi de la qualité des eaux souterraines Rapport APAVE n°A532006171 de 01/2017
Schéma conceptuel Sources Vecteurs Cibles	<p>Le schéma conceptuel retient les scénarios d'exposition potentiels suivants (sur site) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inhalation de vapeurs de polluants à l'intérieur des bâtiments. <p>Les cibles potentielles sont les travailleurs du site dans le cadre d'une continuité de l'usage (industriel) <u>sans modification constructive par rapport à l'activité de SNECMA.</u></p>
Polluants considérés	<p>Les sources de pollution retenues dans les sols et les gaz du sol sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - benzène, éthybenzène, naphthalène, - hydrocarbures fractions aromatiques C8-C10, C10-C12 et C12-C16, - hydrocarbures fractions aliphatiques C5-C6, C6-C7, C10-C12 et C12-C16
Résultats des calculs de risques	<p>Les résultats mettent en évidence un risque sanitaire acceptable sur la base des concentrations identifiées dans les gaz du sol au droit du bâtiment (ancien banc d'essai).</p>
Servitudes / restrictions d'usages et d'exploitation	<p>Le calcul de risque a été réalisé pour un scénario d'exposition identique à celui de la dernière période d'exploitation de SNECMA (usage industriel avec banc d'essai) sans modification constructive.</p> <p>L'utilisation des eaux souterraines au droit du site n'a pas été retenue (ingestion) dans le cadre de cette étude.</p> <p>Toute modification d'usage devra être validée du point de vue sanitaire et pourra nécessiter des mesures de gestion spécifiques.</p>
Surveillance environnementale	Il n'est pas préconisé de surveillance <u>environnementale</u> dans le cadre de la présence ARR
Archivage - communication	Document à communiquer aux autorités compétentes
Limites /incertitudes	<p>L'étude de risque sanitaire a été établie sur la base des concentrations mesurées à un instant donné au droit de sondages et/ou de mesure ponctuels. Elle n'est valable que pour les scénarios et les hypothèses de calcul retenues.</p> <p>Elle ne prend notamment pas en compte de modification constructive à l'intérieur du banc d'essai.</p>

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRESTATION - CONTEXTE DE GESTION

Dans le cadre d'une opération de réhabilitation des sols au droit de son ancien banc d'essai à MERIGNAC (33), la société SNECMA a confié à APAVE SUDEUROPE SAS la réalisation d'une prestation d'analyse des risques résiduels sanitaires.

Le site désigné SNECMA, objet du présent diagnostic, est localisé : 14 rue Marcel Issartier 33700 MERIGNAC.

Les objectifs de cette prestation sont :

- de vérifier la compatibilité sanitaire, au droit du site, entre l'état des milieux et le dernier usage de SNECMA,
- de **valider l'arrêt de l'unité de traitement in situ (venting & sparging) au regard des aspects sanitaires.**

La prestation élémentaire réalisée dans le cadre de cette évaluation selon la norme NFX31-620-2 de juin 2011 est A320 « Analyse des enjeux sanitaires ».

Le présent rapport APAVE rend compte des moyens mis en œuvre et des résultats obtenus.

2. PERIMETRE

Les informations permettant de localiser le site d'étude sont les suivantes :

Désignation	SNECMA
Adresse/lieu-dit	14 rue Marcel Issartier
Commune	MERIGNAC
Département	33
Surface globale en m ²	5 600 m ²
Parcelle cadastrale	Parcelle n°36 section EP
Coordonnées géographiques (LAMBERT II centre du site)	X = 357 802 m Y = 1 986 167 m Z = environ 46 m NGF

Le site est localisé et délimité sur les figures ci-après.

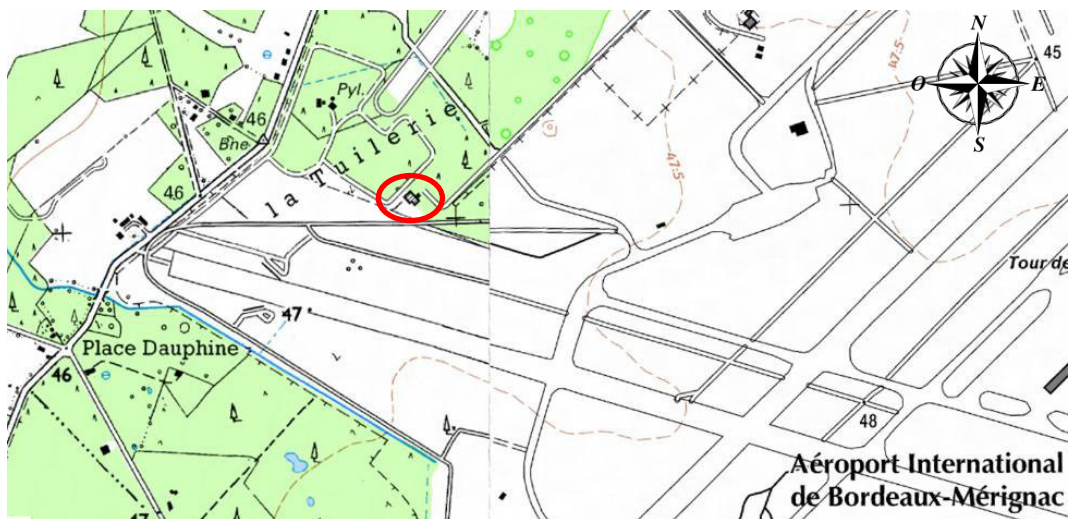


Figure 1 : Localisation du site (Source Géoportail)

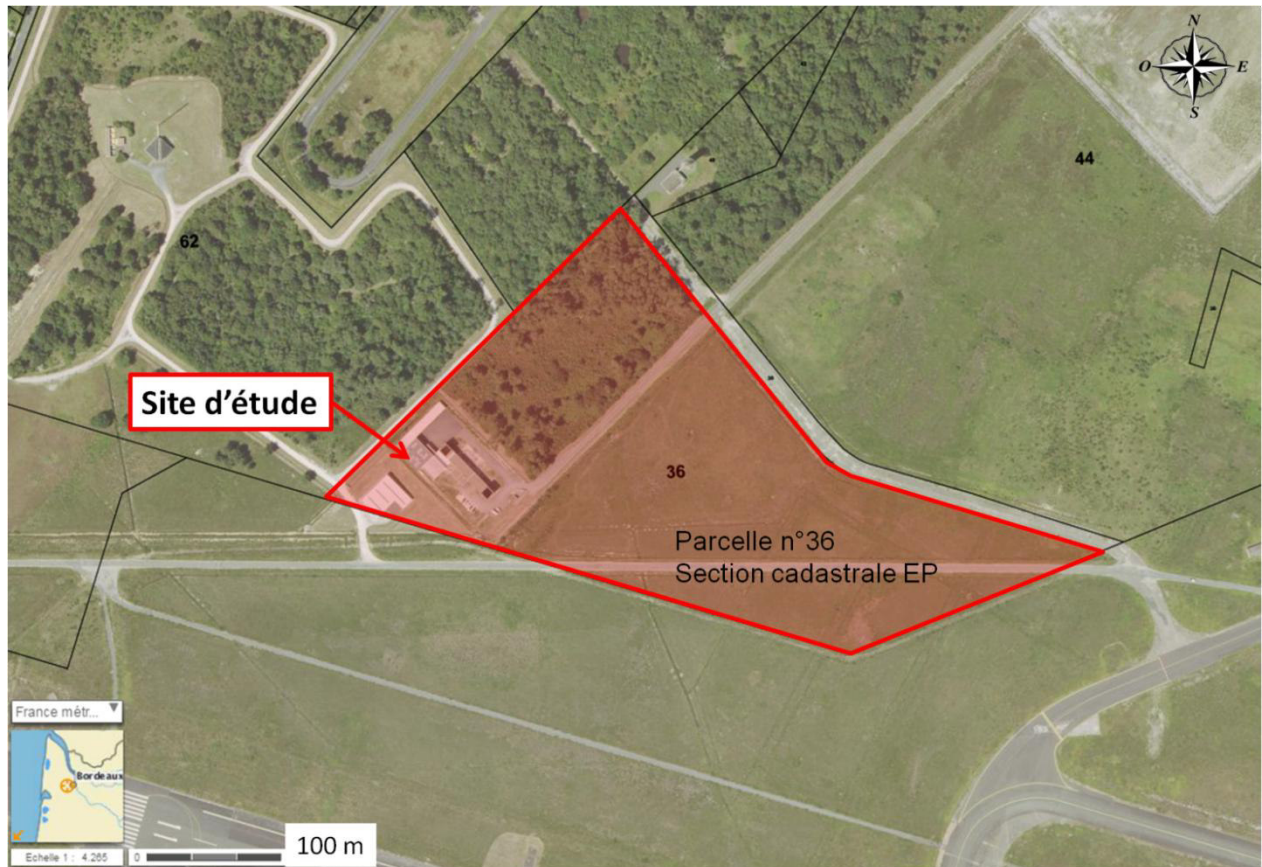


Figure 2 : Extrait de plan cadastral (Source géoportail)

3. REGLEMENTATION, REFERENTIELS ET GUIDES METHODOLOGIQUES

Cette prestation a été réalisée conformément :

- à la réglementation en vigueur et notamment le Code de l'Environnement
- à la méthodologie nationale définie par les circulaires du 8 février 2007, concernant les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués
- aux guides méthodologiques nationaux
- à la norme NFX31-620-2 de juin 2011 et aux référentiels d'application associés
- document INERIS « Mise à jour des choix de VTR dans le cadre de diagnostic de sols dans les établissements accueillant des enfants et des adolescents » (réf. INERIS-DRC-16-158807-02766A – mars 2016)

4. RAPPEL DES ETUDES PREALABLES ET RESULTATS DES DERNIERES INVESTIGATIONS

4.1. Etudes avant traitement

Evaluation Environnementale 1&2 – Rapport APAVE n° 2012.33364.EV.004.RP.V3 – avril 2012

Historique : Banc d'essai en activité de 1982 à 2009.

Sources de pollution identifiées :

- 1) réservoir hors-sol de kérosène,
- 2) récupération des huiles usées,
- 3) compresseur,
- 4) transformateur électrique,
- 5) réservoir enterré fuel,
- 6) atelier mécanique

Investigations de terrain : Milieu sol : Seize sondages réalisés sur 6 zones sources potentielles identifiées jusqu'à 4,5 m.
Recherche des contaminants : Hydrocarbures (HCT¹, HAP², PCB³), Solvants (BTEX⁴, COHV⁵), Métaux

Résultats et conclusions : Milieu sol : 4 zones sources avérées. Levés de doute sur 2 zones : transformateur électrique et atelier mécanique.

Contaminants : Hydrocarbures (HCT, HAP dont Naphtalène), Solvants : TEX.

Nécessité d'investiguer les autres milieux (eaux souterraines, gaz), d'appréhender l'étendue de la pollution et de vérifier le risque sanitaire.

Evaluation Environnementale 3 – Rapport APAVE n° 2012.35510.EV.002.RP – novembre 2012

Investigations de terrain : Milieu sol : Vingt-deux sondages réalisés jusqu'à 3,00 m de profondeur. Milieu eau : 4 piézomètres en amont, aval et zone source. Milieu gaz du sol : 1 piézair à l'intérieur du bâtiment. Recherche des contaminants : Hydrocarbures (HCT, HAP, TPH, Volatils), Solvants (BTEX)

Résultats et conclusions : Délimitation de l'extension de la pollution (horizontal et profondeur). Impact faible dans les eaux souterraines (Naphtalène + HAP). Impact avéré dans gaz du sol : Naphtalène et HAP, TEX, TPH⁶.

Nécessite d'effectuer une évaluation des risques sanitaires

Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires – Rapport Apave n°2012.35510.EV.003.EQRS.V2 – janvier 2013

L'étude montre que la qualité des sols n'est pas compatible avec un usage industriel (configuration du site identique au dernier usage par SNECMA). L'état des milieux gaz du sol et eaux souterraines présentent un risque sanitaire acceptable vis-à-vis de l'usage étudié.

Les concentrations maximales admissibles (correspondant aussi aux objectifs de réhabilitation) dans les sols calculées apparaissent dans le tableau suivant. Dans le cadre de la somme des risques de chaque milieu, il a également été proposé des objectifs de réhabilitation pour le milieu gaz du sol, néanmoins, ceux-ci n'ont pas été retenus par l'administration, ils apparaissent en italique dans le tableau ci-dessous.

Polluants traceurs	N° CAS	Objectifs de dépollution	Concentrations maximales admissibles dans les gaz du sol (mg/m ³)	Concentrations maximales admissibles dans les sols (mg/kg)	
Hydrocarbures (TPH)					
Aliphatiques >C6 - C8	<i>TPHCWG</i>			10300	2,85
Aliphatiques >C8 - C10	<i>TPHCWG</i>			6460	6,30
Aliphatiques >C10 - C12	<i>TPHCWG</i>			/	/
Aliphatiques >C12 - C16	<i>TPHCWG</i>			/	/
Aromatiques >C8 - C10	<i>TPHCWG</i>			101	3,08
Aromatiques >C10 - C12	<i>TPHCWG</i>			1290	46,31
Aromatiques >C12 - C16	<i>TPHCWG</i>			/	/

¹ HydroCarbures Totaux

² Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

³ PolyChloroBiphényl

⁴ Benzène Toluène Ethylbenzène Xylène

⁵ Composés Organo-Halogénés Volatils

⁶ Total Petroleum Hydrocarbons

BTEX				
Toluène	108-88-3		69,3	0,24
Ethylbenzène	100-41-4		659	4,63
Xylène totaux	1330-20-7		1482	10,4
HAP				
Naphtalène	91-20-3		8,23	3,20

Plan de Gestion – Rapport Apave n°2012.35510.EV.004.PG.VF – janvier 2013

Les principales options de gestion proposées par le plan de gestion étaient les suivantes :

- Scénario 1 : Excavation et traitement sur site des terres en biotierre,
- Scénario 2 : Excavation et traitement hors-site des terres

Nota : lors de la consultation des entreprises de dépollution faite ultérieurement, il a été demandé également demandé à celle-ci de proposer un traitement in-situ pour dépolluer les terres non accessibles par excavation.

Objectifs de réhabilitation retenus dans l'arrêté préfectoral de prescriptions du 27 janvier 2014

Sources de pollution	Objectif de réhabilitation
Matériaux impactés aux hydrocarbures	Indice HC sur fractions volatiles C5-C16) : 380 mg/kg
	dont 2,85 mg/kg en aliphatique >C6-C8
	dont 6,3 mg/kg en aliphatique >C8-C10
	dont 3,08 mg/kg en aromatique >C8-C10
Matériaux impactés aux Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	dont 46,31 mg/kg en aromatique >C10-C12
	3,20 mg/kg en naphtalène
Toluène, éthylbenzène et xylène	0,24 mg/kg en toluène
	4,63 mg/kg en éthylbenzène
	10,40 mg/kg en xylène

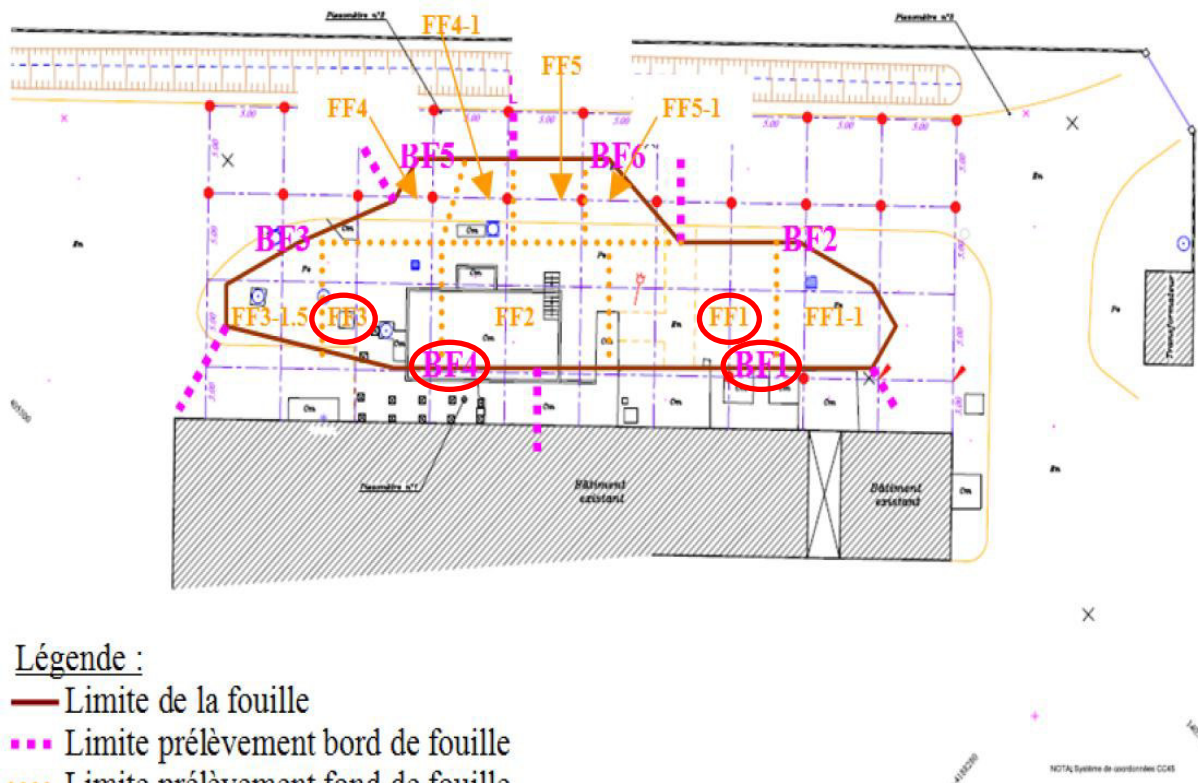
4.2. Etat des sols après excavation (LOT1)

A l'issue des travaux de dépollution par excavation qui ont eu lieu en décembre 2014 et janvier 2015 (cf. Rapport Lot 1), il apparaît que les échantillons effectués en bordure et en fond de fouille suivants : BF1, BF4, FF3 et FF1 sont supérieures aux objectifs de dépollution sols (rappelés ci-avant).

Résultats des bords et fonds de fouilles supérieurs aux objectifs de dépollution :

- **Fond de fouille FF1** (profondeur entre 2,5 et 3m/TN), située en zone non accessible sous eau, sur le paramètre hydrocarbures totaux fraction aliphatique >C8-C10 (concentrations de 8,7 mg/kg pour un objectif à 6,30 mg/kg).
- **Fond de fouille FF3** (profondeur entre 2,5 et 3m/TN), située en zone non accessible sous eau sur le paramètre hydrocarbure totaux fraction aliphatique >C8-C10 (concentrations de 16 mg/kg pour un objectif à 6,30 mg/kg).
- **Bord de fouille BF4** sur les paramètres hydrocarbures totaux suivants :
 - fraction aromatique >C8-C10 (concentrations de 23 mg/kg pour un objectif à 3,08 mg/kg).
 - fraction aromatique >C10-C12 (concentrations de 190 mg/kg pour un objectif à 46,31 mg/kg).
 - fraction aliphatique >C8-C10 (concentrations de 68 mg/kg pour un objectif à 6,30 mg/kg).
- **Bord de fouille BF1**
 - sur le naphtalène (concentration de 17 mg/kg pour un objectif à 3.20 mg/kg)
 - sur les paramètres hydrocarbures totaux suivants :
 - fraction aromatique >C8-C10 (concentrations de 68 mg/kg pour un objectif à 3,08 mg/kg).
 - fraction aromatique >C10-C12 (concentrations de 420 mg/kg pour un objectif à 46,31 mg/kg).
 - fraction aliphatique >C8-C10 (concentrations de 24 mg/kg pour un objectif à 6,30 mg/kg).
 - fraction aliphatique >C8-C10 (concentrations de 370 mg/kg pour un objectif à 6,30 mg/kg)

La localisation de ces BF et FF apparaissent sur la cartographie suivante :



Légende :

- Limite de la fouille
- Limite prélèvement bord de fouille
- Limite prélèvement fond de fouille

Pour rappel : « le terrassement sur ces 4 points de prélèvements était en limite technique. Sur le BF1 et BF4 [en] limite de sécurité par rapport au bâtiment et sur le FF1 et FF3 [...] en limite d'accessibilité (zone sous eau). »

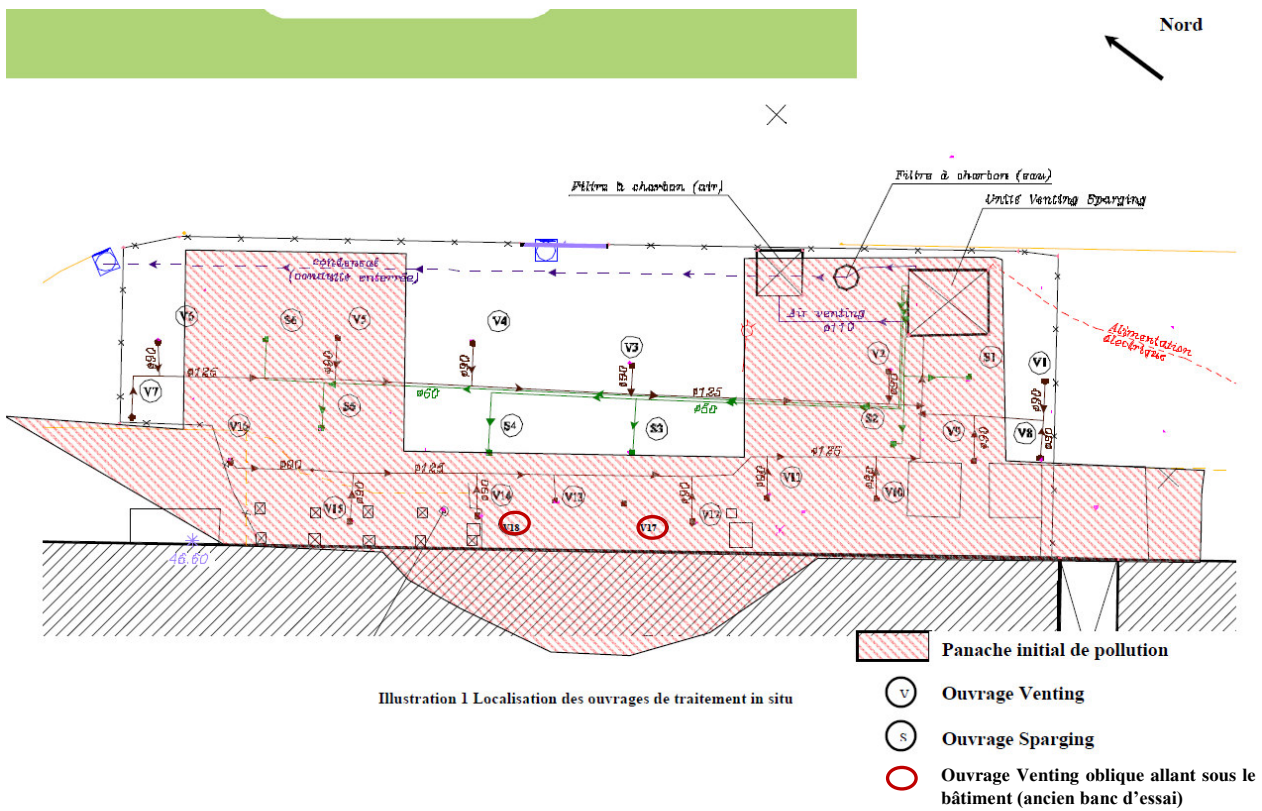
4.3. Exploitation de l'unité de traitement in situ – rappel de l'historique

Extrait du rapport d'exploitation mensuel réf. n°02140005-18 – Novembre 2016 :

- **Avril 2015** : Installation du dispositif de traitement. Il est composé de 22 ouvrages dont 16 puits de Venting et 6 puits de Sparging.
- **7 Mai 2015** : Mise en fonctionnement de l'unité de traitement (Venting seul). Analyse en début de traitement sur les ouvrages de suivi (état initial).
- **16 Juin 2015** : Mise en fonctionnement du Sparging.
- **24 Juillet 2015** : Reconnaissance de la semelle du bâti en présence de la société ESIRIS (Société d'expertise et d'ingénierie structure).
- **07 Août 2015** : Campagne d'analyse trimestrielle sur les ouvrages de suivi.
- **03 Septembre 2015** : Fermeture des puits de la zone remblayée de V1 à V6 pour privilégier le traitement sur la bande des 3 m. **Arrêt du sparging** car cette configuration, avec les puits venting fermés sur la zone remblayée, ne permet pas la récupération de l'ensemble des gaz.
- **Du 01 octobre au 08 octobre 2015** : Travaux de **mise en place de 2 nouveaux ouvrages**, V17 et V18, pour le traitement sous le bâti. Travaux de carottages et de forages obliques à travers les fondations du bâtiment.
- **15 Octobre 2015** : En accord avec SAFRAN SNECMA, nous avons procédé au **changement du filtre charbon actif** (charge de 1,5 T de charbon).
- **04 Novembre 2015** : Remise en fonctionnement du sparging.
- **18 Novembre 2015** : Campagne d'analyse trimestrielle sur les ouvrages de suivi
- **27 Janvier 2016** : **Arrêt du sparging**. Le sparging a été arrêté en raison d'un niveau de nappe trop haut ne permettant plus une récupération totale des gaz sous le bâti, par les pointes obliques

- **10 Février 2016** : Arrêt temporaire de l'unité. Le niveau d'eau de la nappe, entre -50 cm et -1m, atteint le niveau des crépines des puits de venting. La ventilation des gaz du sol devient donc inefficace et n'a plus lieu d'être.
- **01 Avril 2016** : Remise en fonctionnement du VENTING
- **01 Juin 2016** : Campagne d'analyse trimestrielle sur les ouvrages de suivi
- **27 Juillet 2016** : Fermeture des puits de la zone remblayée de V1 à V7 pour privilégier le traitement sur la bande des 3 m
- **11 Août 2016** : Remise en fonctionnement du sparging
- **28 Septembre 2016** : Campagne d'analyse trimestrielle sur les ouvrages de suivi
- **03 novembre 2016** : Campagne de prélèvement de sol sur les 4 points ne répondant pas aux objectifs de réhabilitation à l'issue du terrassement.
- **06 Décembre 2016** : Arrêt temporaire du traitement. Période d'observation de 1 mois avant campagne de prélèvement des gaz, pour réception du traitement.

Le plan localisation des ouvrages de traitement est fourni ci après :



4.4. Suivi environnemental en cours de traitement (LOTS2 et 3)

Suivi de la qualité des eaux souterraines – Rapports APAVE – Octobre 2013 à juin 2016

Des campagnes de suivi semestriel de la qualité des eaux souterraines (hautes eaux – basses eaux) ont été réalisées sur le site entre octobre 2013 et juin 2016.

Nota : Une campagne a également été réalisée en janvier 2017 après un mois d'arrêt de l'installation de traitement in situ (venting & sparging).

Les résultats de ces campagnes montrent une amélioration continue du milieu eaux souterraines suite au traitement hors site et au cours du traitement in-situ.

Le tableau récapitulatif de l'ensemble des résultats obtenus au cours de ces campagnes est fourni en annexe 1 (incluant également la campagne janvier 2017 – après arrêt d'un mois du traitement).

Suivi de la qualité des gaz du sol – Rapports d'exploitation GRS VALTECH de mai 2015 à novembre 2016

Au cours du traitement, la qualité des gaz du sol sur certaines pointes de venting (V2, V5, V10, V11, V12, V14, V17 et V18) a été suivie trimestriellement. Les résultats sont fournis dans les rapports d'exploitation de GRS VALTECH de mai 2015, août 2015, octobre 2015, novembre 2015, février 2016, juin 2016 et septembre 2016.

Nota : Les campagnes de février et juin 2016 sont peu représentatives en raison d'un niveau très élevé de la nappe. Le traitement a été arrêté temporairement du 11 février au 31 mars 2016.

Hormis les deux campagnes non représentatives (résultats très bas), les résultats montrent une amélioration du milieu gaz du sol. Il est à noter que :

- Depuis le début du traitement, les concentrations en paramètres BTEX et naphtalène (pointes de venting extérieures V2, V5, V10, V11, V12 et V14 et pointes de venting obliques sous bâtiment (V17 et V18)) sont toutes inférieures aux limites de quantification correspondantes selon le suivi de GRS VALTECH,
- A partir du suivi réalisé par GRS VALTECH, les taux d'abattement calculés, en considérant les concentrations maximales mesurées pendant la surveillance⁷ et les concentrations retrouvées lors de la dernière campagne de janvier 2017, rendent compte des résultats suivants :
 - fraction aliphatique >C6-C8 : 98,7 % en extérieur / 98,0% en intérieur,
 - fraction aliphatique >C8-C10 : 99,8 % en extérieur / 99,8% en intérieur,
 - fraction aliphatique >C10-C12 : 99,6 % en extérieur / 99,9% en intérieur,
 - fraction aliphatique >C12-C16 : 95,0 % en extérieur / 99,6% en intérieur,
 - fraction aromatique >C8-C10 : 95,0 % en extérieur / 95,8% en intérieur,
 - fraction aromatique >C10-C12 : 86,1 % en extérieur / 96,7% en intérieur,
 - fraction aromatique >C12-C16 : 75,6 % en extérieur / 97,0% en intérieur.

⁷ Maximales mesurées par GRS VALTECH lors de la campagne de mai 2015 pour l'extérieur et lors de la campagne d'octobre 2015 pour l'intérieur (deux pointes obliques sous le bâtiment installées début octobre 2015)

4.5. Résultats des investigations après traitement

A ce jour, le site est occupé par l'entreprise SAINT GOBAIN (anciennement JTT COMPOSITE). Il n'est pas possible de procéder à la réalisation de sondages de sol à l'intérieur du bâtiment (présence de machine de production) pour vérifier l'atteinte des objectifs de réhabilitation pour ce milieu au droit des bâtiments. Il est donc proposé de vérifier les teneurs en composés problématiques dans le milieu gaz du sol après 1 mois d'arrêt de l'unité de traitement au droit des pointes obliques (V17 et V18) allant sous le bâtiment.

Prélèvements de sol par GRS VALTECH le 3/11/2016

Des prélèvements de sols ont été réalisés par GRS VALTECH le 3 novembre 2016 au droit des bords et fonds de fouille FF1, FF3, BF4 et BF1 qui ne répondaient pas aux objectifs de réhabilitation, ceci afin de statuer sur l'état qualitatif des sols au droit de ces zones suite à 19 mois de traitement in-situ.

Les résultats d'analyses sont fournis dans le tableau ci-après (le bordereau du laboratoire est fourni en en annexe 2).

Description échantillon		BF1	BF4	FF1	FF3	Obj réhabilitation
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS						
benzène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
toluène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,24
éthylbenzène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	4,63
orthoxyène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
para- et métaxyène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
xyènes	mg/kg MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	10,40
BTEX totaux	mg/kg MS	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLY						
naphtalène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	3,20
acénaphthylène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
acénaphthène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
fluorène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
phénanthrène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
anthracène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
fluoranthène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	0,02	
pyrène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
chrysène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	0,04	
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	0,02	
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
benzo(ghi)péryène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	
Somme des HAP (10) VROM	mg/kg MS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS	<0.32	<0.32	<0.32	<0.32	
HYDROCARBURES TOTAUX						
fraction aromat. >C5-C7	mg/kg MS	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	
fraction aromat. >C7-C8	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
fraction aromat. >C8-C10	mg/kg MS	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	3,08
fraction aromat. >C10-C12	mg/kg MS	<3	<3	<3	<3	46,31
fraction aromat. >C12-C16	mg/kg MS	17	<9	<9	<9	
fraction aromat. >C16-C21	mg/kg MS	<9	<9	<9	<9	
fraction aromat. >C21-C35	mg/kg MS	<15	<15	<15	<15	
fraction aliphat. >C5-C6	mg/kg MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
fraction aliphat. >C6-C8	mg/kg MS	<0.6	<0.6	<0.6	<0.6	2,85
fraction aliphat. >C8-C10	mg/kg MS	6,3	2,6	<0.6	1,7	6,3
fraction aliphat. >C10-C12	mg/kg MS	87	25	<1	7,7	
fraction aliphat. >C12-C16	mg/kg MS	140	54	<3	13	
fraction aliphat. >C16-C21	mg/kg MS	11	<3	<3	<3	
fraction aliphat. >C21-C35	mg/kg MS	8,8	<5	<5	<5	
Somme HC C5-C16	mg/kg MS	250,3	81,6	<LQ	22,4	380

Les résultats montrent que les objectifs de réhabilitation sont respectés pour les 4 échantillons réalisés. Par conséquent, en extérieur, l'ensemble des concentrations résiduelles retrouvées dans les sols à l'issue du traitement hors site, puis du traitement in situ sont compatibles avec le dernier usage retenu.

Suivi de la qualité des eaux souterraines par APAVE après un mois d'arrêt de traitement le 3/01/2017
Rapport APAVE n°A532006171 – janvier 2017

La dernière campagne de suivi de la qualité des eaux souterraines a été réalisée le 3/01/2017 suite à 1 mois d'arrêt de l'installation de traitement in situ afin d'observer un éventuel effet rebond (augmentation des concentrations suite à un arrêt de traitement in situ).

Les résultats de cette campagne sont fournis ci-dessous (le bordereau d'analyses du laboratoire est fourni en annexe 3) :

		03/01/2017							
HYDROCARBURES TOTAUX	Unité	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ6	AM 11/01/07	AM 17/12/08	CE 23/10/12
fraction C5-C6	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10			
fraction C6-C8	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10			
fraction C8-C10	µg/l	11	<10	<10	<10	<10			
fraction C10-C12	µg/l	75	<5	<5	<5	<5			
fraction C12-C16	µg/l	75	7,3	<5	<5	<5			
fraction C16-C21	µg/l	<5	5,8	<5	<5	<5			
fraction C21-C40	µg/l	<5	15	<5	<5	<5			
Hydrocarbures Volatils C5-C10	µg/l	<30	<30	<30	<30	<30			
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	150	30	<20	<20	<20			
Hydrocarbures totaux C5-C40		161	30				1000 (Annexe II)		1000

		03/01/2017							
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES	Unité	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ6	AM 11/01/07	AM 17/12/08	CE 23/10/12
naphtalène	µg/l	0,20	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
acénaphthylène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
acénaphthène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
fluorène	µg/l	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
phénanthrène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
anthracène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
fluoranthène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
pyrène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
benzo(a)anthracène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
chrysène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
benzo(a)pyrène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01 (Annexe I)		0,01
dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
benzo(ghi)pérylène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02			
Somme : fluoranthène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, benzo(ghi)pérylène, indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	-	-	-	-	-	1 (Annexe II)		1
Somme : benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	-	-	-	-	-	0,1 (Annexe I)		0,1
Somme des HAP (10) VROM	µg/l	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3			
Somme des HAP (16) - EPA	µg/l	<0,57	<0,57	<0,57	<0,57	<0,57			

		03/01/2017							
COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS	Unité	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ6	AM 11/01/07	AM 17/12/08	CE 23/10/12
1,1-dichloroéthane	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3 (Annexe I)		3
1,1-dichloroéthène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			50
cis-1,2-dichloroéthène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			50 (somme)
trans-1,2-dichloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
dichlorométhane	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1			
1,2-dichloropropane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			40
trans-1,3-dichloropropène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			20 (somme)
cis-1,3-dichloropropène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
tétrachloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		10	10
tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
trichloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		10	10
chloroforme	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
chlorure de vinyle	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,5 (Annexe I)		0,5
1,1,2,2-tétrachloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
hexachlorobutadiène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			0,6
dibromochlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			100
bromoforme	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			100
bromodichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
Somme trihalométhanés (chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane et bromodichlorométhane)	µg/l	<sd	<sd	<sd	<sd	<sd			100
Somme tétrachloroéthylène et trichloroéthylène	µg/l	<sd	<sd	<sd	<sd	<sd	10 (Annexe I)		10

		03/01/2017							
BTEX	Unité	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ6	AM 11/01/07	AM 17/12/08	CE 23/10/12
benzène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1 (Annexe I)		1
toluène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			700
éthylbenzène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			300
orthoxyène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
para- et métaxyène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
xylènes	µg/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30			500
cumène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			

Des anomalies en naphthalène et en fluorène sont identifiées au droit de PZ1. Les teneurs retrouvées sont proches des limites de quantification du laboratoire et du même ordre de grandeur que celles mesurées depuis avril 2014. Seuls ces paramètres sont retenus comme anomalie puisqu'ils ne comportent pas de valeur réglementaire. A noter toutefois que ces teneurs sont très faibles, elles ne présentent pas de risque environnemental et présente un risque sanitaire acceptable. En effet, ces teneurs sont inférieures aux teneurs prises en compte dans le calcul de risque de l'EQRS (juillet 2013) et de sa mise à jour (août 2015), or les teneurs prises en compte à l'époque présentaient un risque sanitaire acceptable.

Les résultats de cette campagne sur le milieu eaux souterraines ne s'opposent pas à l'arrêt du traitement in-situ (venting & sparging).

Suivi de la qualité des gaz du sol par GRS VALTECH après un mois d'arrêt de traitement le 6/01/2017

Des prélèvements des gaz du sol ont été réalisés le 6 janvier 2017 par GRS VALTECH au droit des pointes de venting V5, V10, V11, V12, V14 (en extérieur) et V17 et V18 (en intérieur – pointes obliques). Le prélèvement a été effectué pendant 10 minutes au débit 1 l/min. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Designation échantillon	Extérieur					Intérieur		Val réf. (Borne R1)
	V5	V10	V11	V12	V14	V17	V18	
UNITE	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS								
benzène	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	2,00
toluène	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	3000,00
éthylbenzène	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	4,00
orthoxylyène	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	180,00
para- et métaoxylyène	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	180,00
xylyènes	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	180,00
BTEX totaux	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	-
naphtalène	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	10,00
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS ZONE DE CONTROLE								
benzène	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
toluène	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
éthylbenzène	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
orthoxylyène	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10,00	
para- et métaoxylyène	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20,00	
xylyènes	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	
BTEX totaux	<70	<70	<70	<70	<70	<70	<70	
naphtalène	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
HYDROCARBURES TOTAUX								
fraction aromat. >C6-C7 (benzène)	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	
fraction aromat. >C7-C8 (toluène)	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	
fraction aromat. >C8-C10	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	200,00
fraction aromat. >C10-C12	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	200,00
fraction aromat. >C12-C16	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	200,00
fraction aliphat. >C5-C6	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	180,00
fraction aliphat. >C6-C8	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	180,00
fraction aliphat. >C8-C10	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	1000,00
fraction aliphat. >C10-C12	<500	<500	1300,00	<500	<500	<500	<500	1000,00
fraction aliphat. >C12-C16	<500	<500	1300,00	<500	<500	<500	<500	1000,00
HYDROCARBURES TOTAUX ZONE DE CONTROLE								
fraction aromat. >C6-C7 (benzène)	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	
fraction aromat. >C7-C8 (toluène)	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	
fraction aromat. >C8-C10	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	
fraction aromat. >C10-C12	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	
fraction aromat. >C12-C16	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	
fraction aliphat. >C5-C6	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	
fraction aliphat. >C6-C8	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	
fraction aliphat. >C8-C10	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	
fraction aliphat. >C10-C12	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	
fraction aliphat. >C12-C16	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	

Nota : les fractions aromatiques C6-C7 et C7-C8 représentent respectivement les substances benzène et toluène, par conséquent, leur résultats n'est pas interprété, ce sont les résultats sur le benzène et le toluène qui sont interprétés ici puisque ceux-ci sont plus précis.

Conformément à la méthodologie, dans un premier temps, les concentrations obtenues sont comparées à des valeurs de référence lorsqu'elles existent. Ces valeurs correspondent aux bornes R1 (INERIS – DRC-16-158807-02766A – mars 2016).

D'après les résultats obtenus :

- Pour tous les échantillons, les teneurs en toluène, xylyènes totaux et hydrocarbures aliphatiques C8-C10 sont inférieures aux bornes R1 correspondantes, le risque sanitaire lié à ces teneur est donc acceptable,

- Pour les échantillons V5, V10, V12, V14 (en extérieur) et V17 et V18 (en intérieur), les teneurs en hydrocarbures aliphatiques C10-C12 et C12-C16 sont inférieures aux bornes R1 correspondantes, le risque sanitaire lié à ces teneur est donc acceptable,
- Pour tous les échantillons, les teneurs mesurées pour le benzène, l'éthylbenzène et le naphthalène sont inférieures ou égales à la limite de quantification, néanmoins, ces limites de quantification sont supérieures à la borne R1 correspondante,
- Pour tous les échantillons, les teneurs en hydrocarbures aromatiques C8-C10, C10-C12 et C12-C16 sont inférieures ou égales à la limite de quantification, néanmoins, ces limites de quantification sont supérieures à la borne R1 correspondante,,
- Pour tous les échantillons, les teneurs en hydrocarbures aliphatiques C5-C6 et C6-C8 sont inférieures ou égales à la limite de quantification, néanmoins, ces limites de quantification sont supérieures à la borne R1 correspondante sont supérieures aux bornes R1 correspondantes,
- Pour l'échantillon V11 (en extérieur), les teneurs mesurées en hydrocarbures aliphatiques C10-C12 et C12-C16 sont supérieures aux bornes R1 correspondantes.

Le tableau suivant récapitule les substances pour lesquelles les teneurs sont supérieures à la borne R1 correspondante.

Substances présentant une limite de quantification (LQ) ou une teneur > Borne R1	Echantillon concerné (extérieur)	Echantillon concerné (intérieur)
benzène (LQ)	V5, V10, V11, V12, V14	V17, V18
éthylbenzène (LQ)	V5, V10, V11, V12, V14	V17, V18
naphthalène (LQ)	V5, V10, V11, V12, V14	V17, V18
fraction aromat. >C8-C10 (LQ)	V5, V10, V11, V12, V14	V17, V18
fraction aromat. >C10-C12 (LQ)	V5, V10, V11, V12, V14	V17, V18
fraction aromat. >C12-C16 (LQ)	V5, V10, V11, V12, V14	V17, V18
fraction aliphat. >C5-C6 (LQ)	V5, V10, V11, V12, V14	V17, V18
fraction aliphat. >C6-C8 (LQ)	V5, V10, V11, V12, V14	V17, V18
fraction aliphat. >C10-C12 (teneur)	V11	-
fraction aliphat. >C12-C16 (teneur)	V11	-

Etant donné que les objectifs de réhabilitation ont tous été atteints sur le milieu sol en extérieur aucun calcul de risque sanitaire n'est nécessaire pour les teneurs gaz du sol en extérieur.

Par contre, compte tenu **qu'aucun prélèvement de sol n'est possible sous le bâtiment à ce jour** (occupation par un locataire utilisant les locaux pour sa production), un calcul de risque doit être effectué pour l'intérieur du bâtiment. Comme validé par l'administration lors de la réunion du 6 octobre 2016 relatives aux conditions de mise à l'arrêt de l'unité de traitement, il est proposé de considérer les aspects sanitaires en tenant compte des teneurs mesurées au niveau des gaz du sol dans V17/V18, ceci afin de valider ou non l'arrêt de l'unité de traitement.

Nota :

La procédure de réception du traitement in situ a été discutée et validée par l'administration lors d'une réunion quadripartite (DREAL, SNECMA, GRS VALTECH et APAVE) ayant eu lieu le 6 octobre 2016.

Lors de cette réunion, la DREAL a demandé de vérifier si les résultats initiaux sur le milieu sol retrouvés au droit du bâtiment posaient déjà problème ou non en terme de risque sanitaire (en effet, pour réaliser les calculs de risque sanitaire, les teneurs maximales retrouvées sur le site ont été prises en compte, or ces teneurs correspondaient à des résultats trouvés en extérieur, hypothèse de travail pouvant majorer le risque en intérieur). Cette vérification a été faite sur les paramètres HCT, naphthalène et BTEX, toutefois les paramètres TPH n'ayant pas été recherchés au droit du bâtiment, la vérification n'a pas pu être faite pour ces composés.

En comparant les résultats maximaux obtenus au droit du bâtiment lors des campagnes sol (2012) aux objectifs de réhabilitation (fixé par rapport au risque sanitaire), il apparaît que :

le paramètre HCT (C10-C16) sur le sondage F27-1 (475 mg/kg) est supérieur à l'objectif fixé (380 mg/kg)

le paramètre HCT (C5-C8) sur le sondage F27-1 (5,1 mg/kg) est supérieur à l'objectif fixé pour les aliphatiques C6-C8 (2,85 mg/kg)

le paramètre HCT (C8-C10) sur le sondage F27-1 (62,6 mg/kg) est supérieur à l'objectif fixé pour les aliphatiques C8-C10 (6,3 mg/kg) et les aromatiques C8-C10 (46,31 mg/kg),

pour les autres paramètres (hors TPH non étudié car non recherché dans les sols au droit du bâtiment) les objectifs de réhabilitation ne sont pas dépassés.

Par conséquent, et conformément à la procédure validé par l'administration, la mise à l'arrêt de l'unité de traitement est conditionnée aux prélèvements de sols complémentaires en extérieur et à la prise en compte des derniers résultats gaz du sol (V17 et V18) en intérieur.

Comme indiqué plus haut, certaines limites de quantification sont supérieures aux bornes R1 correspondantes (en rouge non gras dans le tableau ci-avant). Ceci signifie que le temps de prélèvement adapté pour un suivi de dépollution, ne l'est pas pour l'Analyse de Risque Résiduel. L'incertitude liée à ces résultats pourrait être levée par la réalisation d'une campagne additionnelle faite dans les règles de l'art.

5. DONNEES D'ENTREE DE L'ARR

Compte tenu des résultats obtenus après excavation et 19 mois de traitement et suite à l'arrêt d'un mois de l'unité de traitement in situ pour les milieux sol, eaux souterraines et gaz du sol, les données d'entrée suivantes seront prises en compte dans le cadre de la présente Analyse des Risques Résiduels :

- Milieu sol : objectifs de réhabilitation atteints sur l'ensemble des échantillons (bords et fonds de fouille) réalisés en extérieur après excavation, puis après traitement in situ (venting&sparging). Considérant l'atteinte des seuils de dépollution sur le milieu sol en extérieur, le risque sanitaire est donc acceptable en extérieur (sur la base des calculs effectué lors de l'EQRS réf. 2012.35510.EV.003.EQRS.V2).
- Milieu eaux souterraines : teneurs mesurées, après un mois d'arrêt de l'unité de traitement, inférieures aux teneurs prises en compte dans le calcul de risque de l'EQRS (juillet 2013) et de sa mise à jour (août 2015), or les teneurs prises en compte à l'époque présentaient un risque sanitaire acceptable. Le milieu eaux souterraines n'est donc pas pris en compte dans la présente étude puisque le risque sanitaire est acceptable en prenant en compte son état.
- Milieu gaz du sol : risque sanitaire acceptable pour ce milieu selon le calcul de risque de l'EQRS (juillet 2013) et de sa mise à jour (août 2015) en extérieur et en intérieur. Néanmoins, compte tenu de la nouvelle occupation du bâtiment (présence de machines de production) par SAINT GOBAIN (anciennement JTT COMPOSITE), la réalisation de sondage de sol pour vérifier l'atteinte des objectifs sol sous le bâtiment n'est pas envisageable.(le locataire actuel ne souhaite pas la réalisation de sondage au droit de ses ateliers de travail). Dans ce contexte, un calcul de risque sanitaire est donc proposé pour valider la compatibilité du bâtiment avec le dernier usage de SNECMA (et ancienne configuration du bâtiment), sur la base des teneurs mesurées dans les gaz du sol sous le bâtiment-ancien banc d'essai (V17/V18), suite à l'arrêt d'un mois de l'unité de traitement (seules celles supérieures aux valeurs de références sont prises en compte) (hypothèse de travail validée par l'administration lors de la réunion du 6 octobre 2016).

6. SCHEMA CONCEPTUEL BASE DE L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

Tableau 1 : Schéma conceptuel (milieu polluant / voie d'exposition / cible)

Milieu/substances potentiellement polluantes identifiées	Modalités d'exposition	Cibles/usagers	Voie (scénario) d'exposition potentielle retenue	Observations suite au traitement
Sol Substances : CAV, TPH, HAP	Ingestion de sols par portage main bouche	Travailleurs sur site	Non	Pas d'enfant sur site
	Inhalation/ingestion de sols par mise en suspension poussières (envol)	Travailleurs sur site	Non	Les zones non revêtues identifiées impactées ont été remblayées par des matériaux conformes
	Contact direct de sols (cutané)	Travailleurs sur site	Non	Selon méthodologie nationale
	Ingestion de légumes/fruits produits sur site	Travailleurs sur site	Non	Pas de potager : usage industriel
Air Substances : benzène, éthylbenzène, naphthalène, hydrocarbures fractions aromatiques C8-C10, C10-C12 et C12-C16 et hydrocarbures fractions aliphatiques C5-C6, C6-C7, C10-C12 et C12-C16	Inhalation à l' extérieur des bâtiments de composés volatils provenant des sols (air intérieur via l'air du sol)	Travailleurs sur site	Non	Atteinte des objectifs de réhabilitation sur la zone extérieure
	Inhalation à l' intérieur de composés volatils provenant des sols (air ambiant via l'air du sol)	Travailleurs sur site	Oui	Présence de substances volatiles détectées avant traitement, pas de prélèvement possible dans le milieu sol au droit du bâtiment (ancien banc d'essai) compte tenu de sa nouvelle occupation. La vérification d'un risque sanitaire avéré ou non sera réalisée sur les résultats gaz du sol des pointes obliques V17/V18 après un mois d'arrêt de l'unité de traitement.
	Inhalation à l' intérieur des bâtiments de composés volatils provenant des eaux souterraines (air intérieur via l'air du sol)	Travailleurs sur site	Non	Les teneurs mesurées, après un mois d'arrêt de l'unité de traitement, sont inférieures aux teneurs prises en compte dans le calcul de risque de l'EQRS (juillet 2013) et de sa mise à jour (août 2015), or les teneurs prises en compte à l'époque présentaient un risque sanitaire acceptable
Inhalation à l' extérieur de composés volatils provenant des eaux souterraines (air ambiant via l'air du sol)	Travailleurs sur site (actuels et futurs)	Non		
Eaux souterraines Substances : TPH, HAP	Contact direct d'eaux souterraines (cutané)	Travailleurs sur site	Non	Selon méthodologie nationale
	Ingestion d'eau souterraine à partir de puits sur site	Travailleurs sur site	Non	Pas d'utilisation des eaux souterraines au droit du site
Eaux de surface Substances : sans objet	Contact direct d'eaux de surface (cutané)	Travailleurs sur site	Non	Pas d'eau de surface sur site
	Ingestion d'eau de surface	Travailleurs sur site	Non	Pas d'utilisation d'eau de surface
Sol/air/eaux Substances : CAV, TPH, HAP	Transfert par les conduites enterrées (perméation et contamination eau potable) et inhalation lors de la douche, ingestion eau et absorption cutanée (via l'air du sol - sol - eaux)	Travailleurs sur site	Non	Intégration des protections de réseaux à la conception en cas de travaux
Sédiments	Sans objet pour le site			

7. ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

7.1. Réglementation et guides méthodologiques

La présente étude se base, au moment de sa réalisation, sur la réglementation et les guides méthodologiques existants applicables. Les références sont précisées dans la **bibliographie** du présent rapport.

7.2. Démarche méthodologique

L'évaluation porte sur les risques sanitaires liés à l'exposition chronique des populations (sensibles) aux substances à impact potentiel décelées lors des diagnostics environnementaux.

La méthodologie respecte les principes inscrits ou inspirés par les différents textes implicitement contenus dans le Code de l'Environnement :

- Le principe de prudence scientifique ; ce principe revient notamment à adopter en cas d'absence de données reconnues des hypothèses raisonnablement majorantes.
- Le principe de proportionnalité ; la présente étude se base sur les données disponibles liées aux moyens mis en œuvre par les différents acteurs sur le site.
- Le principe de spécificité ; la présente étude est pertinente par rapport aux usages futur du site et de son environnement.

L'évaluation des risques est menée dans le but de conclure sur un éventuel effet sur la santé (risque sanitaire) du site vis-à-vis de l'Homme (population sensible), lié à son exposition chronique⁽¹⁾ aux effets potentiels de ce site.

⁽¹⁾ Note sur la notion de chronique et subchronique.

Chez l'homme et chez l'animal la toxicité subchronique et chronique sont distinguées :

- La toxicité subchronique correspond aux effets d'une administration répétée à court terme.
- La toxicité chronique correspond aux effets d'une administration répétée à long terme et à faibles doses (exposition durable à un polluant).

En toxicité chronique on distingue les effets systémiques (substance à effet à seuil) des effets cancérigènes (sans seuils). De même une distinction doit être faite entre les valeurs d'exposition en milieu professionnelle et les valeurs d'exposition hors milieu professionnel.

Quatre étapes constituent la démarche d'évaluation des risques pour la santé (EQRS) :

1. L'identification du potentiel dangereux ou identification des dangers qui consiste à identifier des effets indésirables que les substances sont intrinsèquement capables de provoquer chez l'Homme ;
2. L'évaluation de la relation dose-réponse : l'estimation de la relation entre la dose, ou le niveau d'exposition aux substances, et l'incidence et la gravité de ces effets ;
3. L'évaluation de l'exposition consiste à déterminer les voies de passage du polluant de la source vers la cible, ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition ;
4. La caractérisation des risques correspond à la synthèse des informations issues de l'évaluation de l'exposition et de l'évaluation de la toxicité sous la forme d'une expression qualitative et si possible quantitative du risque.

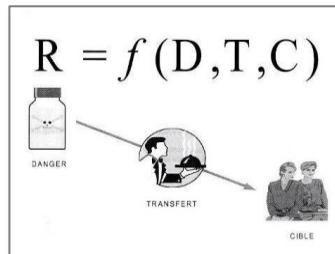
Pour un scénario donné, le risque sanitaire par substance est obtenu en procédant au calcul d'un Quotient de Danger (QD⁽²⁾) et de l'Excès de Risque Individuel (ERI⁽³⁾) et en comparant les résultats obtenus aux critères sanitaires en vigueur :

⁽²⁾ QD ou IR (Indice de Risque) : est calculé en faisant le rapport entre la Dose Journalière d'Exposition (D.J.E) ou la Concentration Moyenne dans l'Air (CMA ou CI) et la Valeur Toxicologique de Référence (V.T.R.) pour la voie considérée.

⁽³⁾ ERI : est calculé en multipliant la DJE ou la CMA par la valeur toxicologique (Excès de Risque Unitaire (ERU)).

Les modèles d'évaluation des risques pour la santé humaine reposent sur le concept « sources-vecteurs-cibles » :

1. Source de substances à impact potentiel,
2. Transfert des substances (par un « vecteur ») vers un point d'exposition,
3. Exposition à ces substances des populations (ou « cibles ») situées au point d'exposition.



Les informations sur les « sources » sont extraites des résultats des investigations de terrain.

Dans les modèles utilisés, l'hypothèse d'une source infinie (transport de masse permanent) est faite, ce qui est sécuritaire.

7.3. Codes de calculs utilisés

Les feuilles de calculs réalisées (cf. en annexe 4) sous format « Excel » utilisées pour les évaluations des expositions et des risques se basent sur des modèles reconnus au niveau national et international (US EPA, RIVM, INERIS...) :

- RBCA (Risk Based Corrective Action), Code développé dans le cadre de l'approche RAGS (Risk Assessment Guidance for Superfund) de l'US-EPA (United State - Environmental Protection Agency), par l'ASTM (American Society for Testing and Materials, rapport E 1739-95) ;
- JOHNSON ET ETTINGER (1991) Johnson et Ettinger, 1991. Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings. Environ. Sci. Technology, Vol. 25, n°8 : 1445-1452 ;
- HESP (Human Exposure to Soil Pollutants) - ECETOC - Technical Report - n°40 Hazard Assessment of Chemical Contaminants in Soil - European Centre for Ecotoxicology and Toxicology Chemicals - août 1990;
- VOLASOIL. Waitz, et al. (may 1996) : the VOLASOIL risk assessment model based on CSOIL for soils contaminated with volatiles compounds, report 715810014.

Les équations de ces modèles sont disponibles et accessibles sur Internet. Ils font ou ont fait l'objet d'expertises par l'INERIS (cf. [bibliographie](#)). Leurs codes de calculs ont été intégrés sous format « Excel » par l'US EPA pour Johnson Ettinger (exemple : version 3 mars 2003...) ou sous format commercial dans des logiciels comme RISC4 (BP 2001) ou RISC-HUMAN (version 3.2 fourni par VAN HALL INTIUTE utilisant CSOIL et VOLASOIL) ou SHELL (HESP).

7.4. Généralités sur les mécanismes de transfert des polluants

Dans le sol non saturé en place, un polluant organique se trouve sous trois formes (bilan de masse triphasique) :

- Une fraction est fixée sur la matière solide du sol,
- Une autre se trouve en solution dans l'eau des pores de ce sol,
- Enfin, une partie est sous forme de vapeur dans l'air de ces pores.

La théorie montre que :

- Les fractions dissoutes et fixées sur le solide sont dans un rapport fonction de la teneur en carbone organique du sol (f_{oc}) et d'un coefficient de partage entre l'eau et ce carbone organique, dénommé Koc, caractéristique de la substance ;
- Les fractions vapeurs et dissoutes sont dans un rapport appelé constante de Henry de la substance considérée.

Mécanisme de transport - transfert diffusif

Phénomène de diffusion moléculaire : lorsque deux volumes d'air ayant des concentrations différentes en substances sont en présence, les substances se déplacent de façon à tendre vers une concentration homogène des deux volumes d'air (déplacement du à l'agitation brownienne).

Mécanisme de transport - transfert convectif

Phénomène induit par une différence de pression : le moteur de la convection est la différence de pression entre le sol et l'intérieur de l'habitation, entraînant un mouvement d'air depuis le sol vers le bâtiment. Les origines du gradient de pression sont :

- Les différences de température entre l'intérieur et l'extérieur de l'habitat,
- La surpression du vent sur les façades de l'habitat,
- La présence d'appareils de ventilation mécanique.

L'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (E.Q.R.S.) se base sur ces notions pour notamment les calculs d'exposition par inhalation de vapeurs émises.

Il est à retenir également que les concentrations dans l'air du sol et dans le sol sont limitées par les valeurs correspondant à la limite de solubilité de la substance considérée dans l'eau (à l'équilibre). Cela signifie qu'au delà d'un certain niveau de pollution dans les sols ou les eaux souterraines, la concentration des vapeurs émises dans l'air du sol atteint un maximum et constitue donc une limite physique au scénario inhalation.

7.5. Identification des dangers

7.5.1. Identification et caractéristiques des sources

Les substances retenues pour l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires dénommées également éléments traceurs du risque sont issues des résultats des investigations réalisées lors des diagnostics initial et approfondi.

Les composés sont retenus sur la base de :

- leur présence en tant qu'anomalie anthropique dans les sols,
- leur mobilité et notamment leur volatilité,
- leur toxicité, et la disponibilité de « Valeurs Toxicologique de Référence » (VTR) pour la voie d'exposition considérée.

Tableau 2 : Teneurs prises en compte en éléments traceurs pour le milieu gaz du sol en intérieur

Designation échantillon	Intérieur		Val réf. (Borne R1)
	V17/V18 Teneur mesurée (LQ) en µg/m3	V17/V18 Teneur prise en compte µg/m3	
UNITE			µg/m3
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS			
benzène	<10	10	2,00
éthylbenzène	<20	20	4,00
naphthalène	<100	100	10,00
HYDROCARBURES TOTAUX			
fraction aromat. >C8-C10	<500	500	200,00
fraction aromat. >C10-C12	<1000	1000	200,00
fraction aromat. >C12-C16	<1000	1000	200,00
fraction aliphat. >C5-C6	<500	500	180,00
fraction aliphat. >C6-C8	<500	500	180,00

Les caractéristiques des substances sont présentées en annexe 5.

7.5.2. Identification des vecteurs et voies d'exposition retenues

Suite à l'analyse réalisée afin de déterminer la pertinence de prendre en compte certains vecteurs et certaines voies d'exposition. Le tableau ci-après rend compte des vecteurs et voies retenues :

Tableau 3 : Voies et vecteur d'exposition

Paramètres	Volatilité relative	Présence dans le milieu en concentrations supérieures au LQ du laboratoire et/ou supérieure à la borne R1	VTR Inhalation Disponible	Polluant retenu (inhalation d'éléments chimiques volatils)
		Gaz du sol		
Hydrocarbures TPH				
Aliphatiques >C5 - C6			Oui	Oui
Aliphatiques >C6 - C8			Oui	Oui
Aromatiques >C8 - C10			Oui	Oui
Aromatiques >C10 - C12			Oui	Oui
Aromatiques >C12 - C16			Oui	Oui
BTEX				
Benzène			Oui	Oui
Ethylbenzène			Oui	Oui
HAP				
Naphthalène			Oui	Oui

7.5.3. Identification et caractéristiques des cibles

Les cibles considérées dans le cadre des présents calculs de risque sont :

- Les travailleurs (adultes) exposés sur site (scenario industriel identique au dernier usage (SNECMA) avec les mêmes caractéristiques des bâtiments).

A noter que la cible « visiteur » sur site n'est plus retenue pour la présente ARR puisque si le risque est acceptable pour la cible « travailleur », il le sera aussi pour la cible visiteur en effet, les facteurs d'exposition au polluant (Fa) sont près de 100 fois moins élevés pour la cible visiteur que pour la cible travailleur (cf. tableau ci-dessous).

Les durées d'expositions retenues (hypothèses a priori sécuritaires) sont détaillées dans le tableau ci-après (légende du tableau en-dessous du tableau) :

Tableau 4 : Hypothèses d'exposition retenues

	Inhalation de vapeurs d'éléments chimiques	
	Intérieur - ancien banc d'essai	
	Adulte Travailleur	Visiteur
<i>T (an)</i>	42	30
<i>F (j/an)</i>	220	52
<i>ti (h/j)</i>	8,00	1,00
<i>Tm avec seuil</i>	42	30
<i>Tm sans seuil</i>	77,8	77,8
Fa		
Fa° inhalation avec seuil	2,01E-01	5,94E-03
Fa° inhalation sans seuil	1,08E-01	2,29E-03

Légende du tableau :

Fa : facteur d'absorption au polluant

T : durée d'exposition

F : fréquence ou taux d'exposition

ti : fraction de temps d'exposition à la concentration *Ci* pendant la journée (sur 24h)

Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (*Tm sans seuil* pris pour une femme = scenario majorant)

7.5.4. Scénarii d'exposition retenus

Les caractéristiques des vecteurs et voies d'exposition retenues sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Caractéristiques du scenario d'exposition retenu

Scénario d'exposition	Inhalation de composés volatils à l'intérieur du bâtiment
Cible	Travailleurs sur site en intérieur
Durée d'exposition	<u>Travailleurs du site en intérieur :</u> 220 jour/an 8h/jour 42 ans d'exposition

7.6. Relation dose / effets pour les substances

7.6.1. Caractéristiques physico-chimiques des éléments traceurs du risque retenus

Les évaluations de risque font intervenir un nombre important de paramètres, et notamment des paramètres relatifs aux caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des substances. Les caractéristiques physico-chimiques des substances sont présentées en annexe 5.

7.6.2. Définition des Valeurs Toxicologiques de Références

Cette étape concerne d'une part la description des symptômes pouvant être observés suite à une exposition à long terme, d'autre part le choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (V.T.R.).

On distingue conventionnellement deux grands types d'effets chroniques :

- les effets non cancérogènes procédant par des mécanismes non génotoxiques (et non mutagènes) : ces effets dits systémiques sont considérés comme ne survenant que si une certaine dose d'exposition est atteinte et dépasse les capacités de détoxification de l'organisme. Il existe un seuil d'exposition en dessous duquel le danger ne peut pas se manifester.
- les effets cancérogènes génotoxiques (et mutagènes) : ils ne sont pas considérés comme régis par un phénomène de seuil et peuvent apparaître quelle que soit la dose d'exposition. Dans ce cas, il existe une probabilité, infime mais non nulle, que l'effet se développe si une seule molécule pénètre dans le corps humain.

La relation dose-réponse est représentée par un indice, la Valeur Toxicologique de Référence (V.T.R.) dont la nature diffère selon l'effet :

- **Effet cancérogène ou sans seuil** pour lequel on définit un Excès de Risque Unitaire (ERU) : augmentation de la probabilité de l'effet sanitaire par unité d'augmentation de l'exposition. Pour le risque cancer, cet excès est conventionnellement calculé sur une vie entière (70 ans) ; pour d'autres effets, la durée est à préciser au cas par cas.
- **Effet systémique** pour lequel sont définies des doses ou concentrations de référence jugées sans danger, compte tenu des connaissances scientifiques du moment ; il s'agit de valeurs limites d'exposition (MRL en anglais - Minimum Risk Levels), de Doses Hebdomadaires Tolérables (DHT), de Doses Journalières Admissibles (DJA) ou de Concentrations Admissibles dans l'Air (CAA). Ces indices sont déterminés selon différentes procédures de calcul, à partir des Doses Sans Effet Nocif Observé (DSENO) ou des Doses Minimum avec Effet Nocif Observé (DMENO) constatées généralement chez l'animal.

Des organisations nationales ou internationales éditent des monographies qui présentent l'intérêt de faire une synthèse des connaissances acquises sur les produits chimiques et leur toxicité. On peut citer parmi les plus connues, l'US-EPA, l'ATSDR, l'OMS et ses agences spécialisées (CIRC et IPCS). Au niveau européen, on dispose des listes élaborées par l'Union Européenne et, au niveau national, ou par la Commission de Toxicovigilance et le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Des bases de données existent sur support informatique, accessibles en ligne (via le réseau Internet) ou sur CD-ROM.

La sélection des substances à prendre en compte dans l'évaluation quantitative du risque sanitaire est réalisée :

- selon la démarche de l'INERIS (rapport n° INERIS-DRC-05-41113-ETSC/R01a)
- et conformément à la 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 **donc prioritairement selon le document de l'INERIS (INERIS-DRC-16-158807-02766A – mars 2016)**

« L'objet de la sélection des traceurs du risque est d'évaluer les substances toxiques principalement émises qui sont des déterminants essentiels du risque potentiel lié au site. Les critères de sélection pour l'évaluation quantitative du risque pour la santé (EQRS) sont liés :

- A la toxicité des substances (bonne description, connaissances des mécanismes, littérature, base de données).;
- A l'occurrence des effets associés aux substances en présence.
- A la connaissance de la relation dose-effet attribuable à la substance, et le degré de confiance qui lui est associé.
- A l'observation constatée de la substance dans l'environnement de l'installation, sa quantité émise.
- A la spécificité de la substance par rapport à la source étudiée.
- Au comportement de la substance dans l'environnement... ».

La méthodologie de choix de la Valeur Toxicologique de Référence (V.T.R.) est la suivante :

- si une VTR existe dans les bases de données ATSDR, US-EPA (IRIS), OMS ou autre source de données des organismes experts français pour la voie d'exposition étudiée (INERIS...), la VTR la plus pénalisante est retenue ;
- en l'absence de données dans les sources citées ci-dessus, la VTR la plus pénalisante sera retenue parmi les valeurs du RIVM ou Health Canada ou OEHHA.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence disponibles et retenues dans le cadre de la présente Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires sont présentées dans le tableau suivant. Les caractéristiques physico chimiques et toxicologiques sont données en annexe 5. **Ces valeurs ont été mises à jour au regard du document INERIS « Mise à jour des choix de VTR dans le cadre de diagnostics de sols dans les établissements accueillant des enfants et des adolescents », référencé INERIS-DRC-16-158807-02766 – mars 2016.**

Tableau 6 : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues pour l'analyse des enjeux sanitaires

Substances	N° CAS	Avec Seuil	Sans Seuil
		Inhalation	Inhalation
		mg/m3	(mg/m3)-1
Hydrocarbures			
ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG	18,4 <i>TPHCWG - 1999</i>	
ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG	1 <i>TPHCWG - 1999</i>	
ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG	1 <i>TPHCWG - 1999</i>	
ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG	1 <i>TPHCWG - 1999</i>	
AROMATIQUE > C8-C10	TPHCWG	0,2 <i>TPHCWG - 1999</i>	
AROMATIQUE > C10-C12	TPHCWG	0,2 <i>TPHCWG - 1999</i>	
AROMATIQUE > C12-C16	TPHCWG	0,2 <i>TPHCWG - 1999</i>	
BTEX			
Benzène	71-43-2	9,75E-03 <i>ATSDR, 2007</i>	2,60E-03 <i>ANSES, 2014</i>
Ethylbenzène	100-41-4	3,00E-01 <i>ATSDR, 2010</i>	2,50E-03 <i>OEHHA, 2009</i>
HAP			
Naphtalène	91-20-3	3,70E-02 <i>ANSES, 2013</i>	5,60E-03 <i>ANSES, 2013</i>

Seule la VTR inhalation avec seuil pour l'éthylbenzène a évolué, elle passe de 0,26 à 0,3 mg/m³. Elle est donc légèrement plus élevée que pour l'ARR d'août 2015 et ne remet pas en cause les résultats obtenus alors (elle contribue même à un abaissement du risque).

7.7. Évaluation des expositions

7.7.1. Modèles de transfert / exposition utilisés et choix des données d'entrée

Les modèles de transfert et d'exposition utilisés, selon les scénarii, sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les équations sont présentées en annexe 4 avec les deux feuilles de calcul.

Tableau 7 : Modèles de transfert / exposition utilisées pour l'analyse des enjeux sanitaires

Modèle de transfert	Johnson Ettinger
Evaluation du transfert des composés volatils gaz du sol vers l'air ambiant intérieur du banc d'essai	X

Les données d'entrée utilisées dans le modèle de transfert JOHNSON ETTINGER pour les sols, les bâtiments, etc. sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Valeurs des paramètres utilisées pour le modèle Johnson et Ettinger

Ancien banc d'essai Paramètres - Johnson & Ettinger		
Caractéristiques du sol		
<i>T_s</i> : Température moyenne du sol au point de prélèvement	10 °C	Scénario retenu - Fonction de la Météo
<i>SCS</i> : Type de sol	LS Sable limoneux	Donnée relevée sur site
<i>ρ_B</i> : Densité du sol sec (g/cm ³)	1,62 g/cm ³	Leij, Stevens, et al (1994)
<i>n^A</i> : Porosité totale	0,39 -	Hers (2002), Schaap and Leij (1998), Nielson and Rogers (1990)
<i>q_w^A</i> : Porosité humide (cm ³ /cm ³)	0,076 cm ³ /cm ³	Hers (2002), Schaap and Leij (1998), Nielson and Rogers (1990)
<i>L_t</i> : profondeur de la source (cm)	50 cm	Scénario retenu - distance estimée entre l'atelier et les anomalies (épaisseur dalle inclus)
Caractéristiques de l'ouvrage		
<i>L_{crack}</i> : épaisseur de la dalle (cm)	20 cm	Scénario retenu
<i>L_f</i> : Espace entre le bas de la dalle béton et la partie superficielle du sol (cm)	5 cm	Scénario retenu
<i>ΔP</i> : Pression différentielle Sol-Ouvrage (g/cm.s ²)	40 g/cm.s ²	Valeur conservatrice par défaut - Loureiro et al., 1990; Grimsrud et al., 1983
<i>L_B</i> : Longueur de la pièce (cm)	5200 cm	Scénario retenu (donnée site SNECMA sans modification constructive)
<i>W_B</i> : Largeur de la pièce (cm)	700 cm	Scénario retenu (donnée site SNECMA sans modification constructive)
<i>H_B</i> : Hauteur sous plafond (cm)	580 cm	Scénario retenu (donnée site SNECMA sans modification constructive)
<i>w</i> : Fissure de jonction Dalle - Mur(cm)	0,1 cm	Valeur par défaut
<i>ER</i> : Taux d'échange avec l'air extérieur (1/h)	0,6 h-1	Valeur par défaut

7.7.2. Détermination des doses d'expositions

A l'aide des concentrations d'exposition (environnement) et des facteurs d'expositions (facteurs humains), on détermine la quantité de polluant administrée (part de l'absorption). Cela correspond en fait à déterminer la quantité de polluant mise au contact des surfaces d'échanges (paroi alvéolaire, paroi intestinale, peau) de la population. D'une manière générale, les quantités de polluants administrées s'expriment sous la forme d'une Dose Journalière d'Exposition (DJE) pouvant se définir de la façon suivante :

$$DJE_{ij} = \frac{C_i \times Q_{ij} \times F \times T}{P \times T_m}$$

Avec :

DJE_{ij} : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg jour)

C_i : concentration d'exposition relative au milieu i (eaux, sol, aliment,...) exprimée en mg/kg, mg/m³ ou mg/l

Q_j : quantité de milieu i, c'est à dire de sol, d'eau... administrée par la voie j par jour, exprimé en kg/jour pour les milieux solides et en m³/jour ou l/j pour les milieux gazeux ou liquides

F : fréquence ou taux d'exposition : nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours (sans unité)

P : poids corporel de la cible (kg)

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années)

T : durée d'exposition (années)

Si, pour la voie d'exposition j, plusieurs milieux sont concernés, il faut alors calculer une DJE totale :

$$DJE_{ij} = \sum_i DJE_{ij}$$

Dans le cas particulier de polluants atmosphériques et pour la voie unique d'exposition par inhalation, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration inhalée. Lorsque l'on considère des expositions chroniques (longues durées), on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour, retranscrite par :

$$CI = C_i \times t_i \times F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

CI = concentration moyenne dans l'air inhalé (mg/m³ ou µg/m³),

C_i = concentration dans l'air inhalé pendant la fraction de temps t_i (mg/m³),

t_i = fraction de temps d'exposition à la concentration C_i pendant une journée,

T : durée d'exposition (en années),

F : fréquence ou taux d'exposition nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours (sans unité),

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (en années).

Pour les effets à seuil des polluants, les quantités administrées seront moyennées sur la durée de l'exposition (T_m = T).

Pour les effets sans seuil des polluants, T_m sera assimilé à la durée de vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans).

Cette distinction repose sur l'hypothèse d'un mécanisme d'action différent dans chacun des deux cas. Pour les effets à seuil, le risque est associé au dépassement d'une dose donnée pendant la période d'exposition. Pour les effets sans seuil, on considère que l'effet de chaque dose reçue isolément s'ajoute sans aucune perte et que la survenue de la réponse cancéreuse est fonction de la somme totale des doses reçues ; une forte dose sur une courte période produit le même effet qu'une plus faible dose reçue sur une période plus longue. Dans ce cas, le risque s'exprime sous la forme d'une probabilité d'occurrence qui augmente avec la dose reçue tout au long de la vie.

7.8. Evaluation et caractérisation des risques

Le danger est une propriété intrinsèque d'une substance. Le risque est une probabilité d'expression d'un danger qui dépend du potentiel dangereux et de l'exposition.

Estimation du risque pour les effets à seuil

Pour les effets à seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible ne s'exprime pas par le calcul d'une probabilité. Cette probabilité de survenue est représentée par un indice de risque IR.

$$IR = DJE / Rfd$$

Lorsque cet indice est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

Estimation du risque pour les effets sans seuil

Pour les effets sans seuil, un excès de risque individuel (ERI) est calculé en multipliant la dose journalière d'exposition (DJE) par l'excès de risque unitaire par voie orale (ERUo) ou la concentration inhalée (CI) par l'excès de risque unitaire par inhalation (ERUi).

$$ERI = DJE \times ERUo \text{ ou } ERI = CI \times ERUi$$

Aux faibles expositions, l'hypothèse est faite d'une relation linéaire entre l'effet et l'exposition, l'ERUo et l'ERUi sont donc des constantes.

L'ERI représente la probabilité qu'un individu a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

7.8.1. Résultats des calculs de risques

Les indices de risque (IR) et les excès de risque individuels (ERI) calculés pour chaque substance et pour chaque scénario sont présentés dans la suite.

Le cumul des effets entre voies et substances se traduit, en toute rigueur, par la sommation des quotients de danger ou des excès de risque individuel, selon les règles suivantes :

- Pour les effets à seuil : à l'addition des quotients de danger, uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible,
- Pour les effets sans seuil : à l'addition de tous les excès de risque individuel.

Source : Circulaire du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable du 8 février 2007.

En première approche maximisante, toutes les substances ont été cumulées en fonction de leur caractère toxique (sans distinction des organes cibles) ou cancérigène.

Rappel : Circulaire du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable du 8 février 2007.

Les critères d'acceptabilité des risques calculés sont ceux qui sont usuellement retenus au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé. Ces critères doivent donc impérativement être les suivants :

- Pour les effets à seuils, le quotient de danger théorique doit être inférieur à 1 ; l'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue lorsque la valeur du quotient de danger est supérieure à 1 ;
- Pour les effets sans seuils, l'excès de risque individuel théorique doit être inférieur à 1.10^{-5} (probabilité d'apparition d'un cas supplémentaire de cancer sur une population de 100 000 personnes exposées).

7.8.2. Scénario – Travailleurs sur site en intérieur - source gaz du sol

Tableau 9 : Scénario d'exposition - Source gaz du sol - QD (ou IR)

SNECMA - QD - Gaz Sol			Inhalation de vapeurs d'éléments chimiques			
			Intérieur - ancien banc d'essai			
			Adulte Travailleur			
			N° CAS / Fexp	2,01E-01		
Effet avec seuil	Quotient de Danger (QD)	Molécules non cancérogènes	Hydrocarbures			
			ALIPHATIQUE > C5-C6	TPHCWG	8,42E-07	
			ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG	8,42E-07	
			ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG		
			ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG		
			ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG		
			AROMATIQUE > C7-C8	TPHCWG		
			AROMATIQUE > C8-C10	TPHCWG	7,75E-05	
			AROMATIQUE > C10-C12	TPHCWG	1,55E-04	
			AROMATIQUE > C12-C16	TPHCWG	1,55E-04	
			BTEX			
			Benzène	71-43-2	3,16E-05	
			Toluène	108-88-3		
			Ethylbenzène	100-41-4	2,03E-06	
			Xylènes totaux	1330-20-7		
			Cumène	98-82-8		
			HAP			
			Naphtalène	91-20-3	8,05E-05	
			Somme totale (cible / voie d'exposition)			5,03E-04

Tableau 10 : Scénario d'exposition - Source gaz du sol - ERI

SNECMA - ERI - Gaz Sol			Inhalation de vapeurs d'éléments chimiques			
			Intérieur - ancien banc d'essai			
			Adulte Travailleur			
			N° CAS / Fexp	1,08E-01		
Effet sans seuil	Excès de risque individuel (ERI)	Molécules cancérogènes	Hydrocarbures			
			ALIPHATIQUE > C5-C6	TPHCWG		
			ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG		
			ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG		
			ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG		
			ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG		
			AROMATIQUE > C8-C10	TPHCWG		
			AROMATIQUE > C10-C12	TPHCWG		
			AROMATIQUE > C12-C16	TPHCWG		
			BTEX			
			Benzène	71-43-2	4,32E-10	
			Toluène	108-88-3		
			Ethylbenzène	100-41-4	8,24E-10	
			Xylènes totaux	1330-20-7		
			Cumène	98-82-8		
			HAP			
			Naphtalène	91-20-3	9,00E-09	
			Somme par voie d'exposition et cible			1,03E-08

7.8.3. Constat et interprétation

Les résultats mettent en évidence un risque sanitaire acceptable sur la base des concentrations identifiées dans les gaz du sol au droit du bâtiment (ancien banc d'essai).

Par ailleurs, la méthodologie nationale préconise de privilégier les mesures directes (concentrations dans les gaz du sol) à des modélisations (modélisation du dégazage des concentrations mesurées dans les sols et/ou les eaux souterraines vers l'air ambiant). Les calculs de risque réalisés sur la base des concentrations mesurées* directement dans les gaz du sol indiquent **un risque sanitaire acceptable** dans les conditions de l'étude.

**A noter que certaines des contrent rations prises en compte correspondent à des limites de quantification supérieures aux bornes R1 correspondantes (paramètres benzène, éthylbenzène, naphthalène, fractions aromatiques >C8-C10, >C10-C12, >C12-C16 et fractions aliphatiques >C5-C6 et C6-C5). Ceci signifie que le temps de prélèvement adapté pour un suivi de dépollution, ne l'est pas pour l'Analyse de Risque Résiduel. L'incertitude liée à ces résultats pourrait être levée par la réalisation d'une campagne additionnelle faite dans les règles de l'art.*

Rappel :

Les calculs de risques et objectifs de dépollution ont été établis pour un scénario d'exposition de type industriel identique à celui de la dernière période d'exploitation de la société SNECMA, sans modification constructive à l'intérieur du banc d'essai.

Toute modification des usages et des dispositions constructives induit une réévaluation des niveaux de risque sanitaire.

8. INCERTITUDES

8.1. Incertitudes relatives à la lithologie du sous sol

Dans la mesure des données disponibles, les caractéristiques inhérentes au site ont été retenues. Les hypothèses retenues peuvent être considérées comme réalistes.

A défaut de valeurs issues du site, les caractéristiques de sols prises en compte sont issues des données littéraires proposées par défaut par le modèle de Johnson et Ettinger ou le guide VOLASOIL (Mai 1996).

Dans le cadre de la présente Etude de Risque, les sols ont été assimilés suite à l'analyse par granulométrie laser sur un échantillon représentatif de la zone impactée, à des **sols limono-sableux** sur la base des données du modèle Johnson et Ettinger (**Sol : LS**).

8.2. Incertitudes relatives aux caractéristiques du bâtiment

Les caractéristiques des bâtiments retenues sont celles usuellement prises en matière de taux de ventilation d'un bâtiment à usage industriel avec ventilation (0,6 volume/h). Le bâtiment a été considéré comme ventilé étant donné les ouvertures présentes en façade Nord et Sud. L'épaisseur retenue pour la dalle béton (20 cm) est celle issue de l'observation de terrain. La qualité de la dalle a été considérée comme normale. Cette approche est représentative du site lors de la dernière exploitation par SNECMA (dernière configuration banc d'essai).

Toute modification des usages et des dispositions constructives induit une réévaluation des niveaux de risque sanitaire.

8.3. Incertitudes portant sur la définition des cibles et des usages

L'évaluation quantifiée des risques sanitaires a été menée en considérant **un usage industriel similaire à celui de la période d'exploitation de la société SNECMA et n'intègre pas de modification constructive à l'intérieur du banc d'essai.**

Pour toute autre affectation des terrains, il est nécessaire de reprendre les calculs de risques sanitaires. Si d'autres scénarii devaient être envisagés, de nouveaux calculs sont nécessaires.

A noter que la cible « visiteur » sur site n'est plus retenue pour la présente ARR puisque si le risque est acceptable pour la cible « travailleur », il le sera aussi pour la cible visiteur. En effet, ce dernier est moins présent sur le site et selon les hypothèses retenues (cf. Tableau 4), les facteurs d'exposition au polluant (Fa) sont près de 100 fois moins élevés pour la cible visiteur que pour la cible travailleur.

8.4. Concentrations retenues

- Milieu sol : considérant l'atteinte des seuils de dépollution sur le milieu sol en extérieur, les concentrations résiduelles n'ont pas été retenues pour le calcul de risque sanitaire. L'atteinte des objectifs de dépollution dans le milieu sol au droit du bâtiment ne peut pas être vérifiée à ce jour, en effet, la levée de ces incertitudes nécessiteraient la possibilité de faire des prélèvements dans le bâtiment, or, à ce jour, l'accès n'est pas autorisé pour réaliser de tels prélèvements.
- Milieu gaz du sol : les concentrations retenues dans les gaz du sol pour les calculs de risques sont les valeurs maximales mesurées lors des derniers prélèvements réalisés par GRS VALTECH après un mois d'arrêt de l'unité de traitement sur les pointes de venting obliques V17 et V18. (A noter : un suivi trimestriel de la qualité des gaz du sol (suivi de dépollution) a été réalisé par GRS VALTECH pour le compte de SNECMA de mai 2015 à novembre 2016). Compte tenu du dépassement des valeurs de référence pour les limites de quantification de certaines de ces substances dans le milieu gaz du sol (temps de pompage trop court pour une ARR lors du prélèvement), notre approche a été de considérer les concentrations inférieures à la limite de quantification pour ces substances dans le cadre de l'analyse des enjeux sanitaires. L'incertitude liée à ces résultats pourrait être levée par la réalisation d'une campagne additionnelle faite dans les règles de l'art.

8.5. Caractéristiques physico-chimiques des polluants et valeurs toxicologiques de référence

En ce qui concerne les valeurs physico-chimiques et toxicologiques, la valeur retenue est celle présentée dans le document INERIS « Mise à jour des choix de VTR dans le cadre de diagnostics de sols dans les établissements accueillant des enfants et des adolescents », référencé INERIS-DRC-16-158807-02766 – mars 2016.

Les relations dose-réponse utilisées dans la présente étude sont celles disponibles en l'état actuel des connaissances.

Dans une approche sécuritaire, toutes les substances ont été cumulées en fonction de leur caractère toxique (sans distinction des organes cibles) ou cancérigène.

8.6. Incertitudes liées aux modèles utilisés

Le modèle de JOHNSON ET ETTINGER est reconnu internationalement. Ce modèle prend en compte simultanément les phénomènes de convection et de diffusion, ce qui se rapproche des phénomènes observés dans les sols. L'un des paramètres importants pour la prise en compte de la convection est la perméabilité du sol à la vapeur. En fonction du type de sol, les valeurs considérées pour ce paramètre varient de 10^{-10} à 10^{-16} m² (valeurs bibliographiques). JOHNSON ET ETTINGER (1991) proposent d'utiliser comme valeur par défaut 10^{-12} m².

8.7. Évaluation quantitative des incertitudes

Pour affiner l'évaluation des incertitudes, une étude de sensibilité des principaux paramètres intervenant dans le calcul de risque a été réalisée.

Cette étude a été effectuée sur le modèle d'évaluation de transfert des composés volatils utilisant les équations de JOHNSON ET ETTINGER et en choisissant comme substance le benzène sur le compartiment gaz du sol pour le scénario d'exposition considéré dans la présente ARR (concentration : 10 mg/kg-MS).

Nous avons fait varier les paramètres considérés comme les plus sensibles selon notre expérience, soit :

- ✓ les teneurs en air et en eau du sol,
- ✓ le taux de renouvellement de l'air dans le sous sol,
- ✓ la hauteur de l'espace clos,
- ✓ la profondeur de la pollution.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de l'étude de sensibilité réalisée : nous avons augmenté et diminué la valeur initialement retenue de 10 %. Notons que la première ligne de ce tableau précise les résultats obtenus avec les valeurs initialement retenues.

Pour chacun des paramètres étudiés, deux lignes de résultats apparaissent : la première est obtenue en augmentant de 10 % la valeur du paramètre et la seconde en diminuant de 10 %.

Pour faciliter la lecture des résultats, une colonne précise l'écart, en pourcentage, entre l'indice de risque (IR) calculé avec la nouvelle valeur de paramètre et celui calculé avec la valeur initiale du paramètre.

Les valeurs négatives correspondent aux risques inférieurs à celui calculé initialement.

Tableau 11 : Etude de sensibilité du modèle de transfert des composés volatils Johnson Ettinger

Paramètres		Valeur initiale retenue	Valeurs testées	QD	ERI	Ecart avec paramètres initiaux %	Ecart avec paramètres initiaux %
Résultats initiaux				3,16E-05	4,32E-10	QD	ERI
Taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment	/h	0,6	0,66	2,87E-05	3,93E-10	-9,18%	-9,03%
			0,54	3,51E-05	4,80E-10	11,08%	11,11%
Hauteur de l'espace clos	m	5,8	6,4	2,86E-05	3,92E-10	-9,49%	-9,26%
			5,2	3,52E-05	4,82E-10	11,39%	11,57%
Teneur en air du non saturé	-	0,39	0,429	3,21E-05	4,39E-10	1,58%	1,62%
			0,351	3,10E-05	4,24E-10	-1,90%	-1,85%
Teneur en eau du non saturé	-	0,076	0,0836	3,10E-05	4,25E-10	-1,90%	-1,62%
			0,0684	3,21E-05	4,40E-10	1,58%	1,85%
Profondeur de la pollution	m	0,5	0,55	3,14E-05	4,30E-10	-0,63%	-0,46%
			0,45	3,18E-05	4,35E-10	0,63%	0,69%

Au vu de cette étude de sensibilité, il apparaît que les paramètres engendrant la plus importante variation des indices de risque sont les suivants :

- le taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment,
- la hauteur de l'espace clos.

8.8. Choix des VTR

Le choix des VTR a été effectué :

- selon la démarche de l'INERIS (rapport n° INERIS-DRC-05-41113-ETSC/R01a)
- et conformément à la 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 **donc prioritairement selon le document de l'INERIS (INERIS-DRC-16-158807-02766A – mars 2016).**

Le choix approfondi INERIS de VTR (décembre 2015) pour les substances avec effet à seuil entraîne une évolution de la VTR à prendre en compte pour l'éthylbenzène. La VTR passe de 0,26 mg/m³ (pris en compte lors de la dernière EQRS d'août 2015) à 0,3 mg/m³ (pris en compte dans la présente ARR. La VTR est donc légèrement plus élevée que pour l'ARR d'août 2015 et ne remet pas en cause les résultats obtenus alors (elle contribue même à un abaissement du risque).

9. CONCLUSION - SYNTHÈSE TECHNIQUE

Dans le cadre d'une opération de réhabilitation des sols au droit de son ancien banc d'essai à MERIGNAC (33), la société SNECMA a confié à APAVE SUDEUROPE SAS la réalisation d'une prestation d'analyse des risques résiduels sanitaires (ARR).

Dans le cadre de cette ARR :

- Le milieu sol en extérieur a été écarté dans le cadre des calculs en raison de l'atteinte des objectifs de réhabilitation sur ce milieu suite à la dépollution par excavation, puis par traitement in situ (venting&sparging).
- Le milieu eaux souterraines a été écarté dans le cadre des calculs puisque sa qualité s'est nettement améliorée et que l'état initial de ce milieu rend compte d'un risque sanitaire pour les usagers.
- Le milieu gaz du sol en extérieur a été écarté dans le cadre des calculs car l'état initial de ce milieu présentait un niveau de risque sanitaire acceptable pour les usagers et il a été nettement amélioré par l'apport de matériaux sains dans la fouille excavée et le traitement in situ (venting&sparging) réalisée sur la zone.

Enfin, le milieu sol n'étant plus accessible au droit du bâtiment en raison de l'occupation des lieux par une société (machines de production à l'aplomb de la zone – le locataire ne souhaite pas que des sondages soient réalisés à l'intérieur), la compatibilité entre l'état du milieu au droit du bâtiment et le dernier usage de SNECMA ne peut être vérifié sanitaire que par les résultats en gaz du sol au droit de ce bâtiment. La dernière campagne de prélèvement de gaz du sol par GRS VALTECH après un mois d'arrêt de l'unité de traitement a donc été prise en compte pour le calcul de risque.

Pour la réalisation de cette ARR, il a donc été considéré les données d'entrées suivantes :

- une utilisation du site dans le cadre d'une continuité de l'usage industriel sans modification constructive ;
- les polluants résiduels dans le milieu gaz du sol au droit du bâtiment : benzène, éthylbenzène, naphthalène, hydrocarbures fractions aromatiques C8-C10, C10-C12 et C12-C16 et hydrocarbures fractions aliphatiques C5-C6, C6-C7, C10-C12 et C12-C16 ;
A noter que certaines des contrent rations prises en compte correspondent à des limites de quantification supérieures aux bornes R1 correspondantes (paramètres benzène, éthylbenzène, naphthalène, fractions aromatiques >C8-C10, >C10-C12, >C12-C16 et fractions aliphatiques >C5-C6 et C6-C5). Ceci signifie que le temps de prélèvement adapté pour un suivi de dépollution, ne l'est pas pour l'Analyse de Risque Résiduel. L'incertitude liée à ces résultats pourrait être levée par la réalisation d'une campagne additionnelle faite dans les règles de l'art.
- les voies d'exposition par inhalation de vapeurs de polluants volatils en air ambiant intérieur ;
- les Valeurs Toxicologiques de Références (VTR) applicables au moment de l'étude.

Les objectifs de l'ARR étaient :

- de vérifier la compatibilité sanitaire, au droit du site, entre l'état des milieux et le dernier usage de SNECMA,
- de **valider l'arrêt de l'unité de traitement in situ (venting & sparging) au regard des aspects sanitaires.**

Le tableau suivant rend compte des résultats obtenus suite aux calculs de risque réalisés.

Tableau 12 : Résultats des calculs de risque

Source de pollution	Cible	QD et ERI	Risques acceptables ou inacceptables
Sol sous le bâtiment	Travailleurs sur site en intérieur	QD : 0,000503 (<1) ERI : 1,03.10 ⁻⁸ (<1.10 ⁻⁵)	Acceptable

Rappel :

Les calculs de risques et objectifs de dépollution ont été établis pour un scénario d'exposition de type industriel identique à celui de la dernière période d'exploitation de la société SNECMA, sans modification constructive à l'intérieur du banc d'essai.

Toute modification des usages et des dispositions constructives induit une réévaluation des niveaux de risque sanitaire.

BIBLIOGRAPHIE

Réglementation

Code de l'Environnement

Circulaire du **8 février 2007** relative aux sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués

Circulaire du **8 février 2007** relative à l'implantation sur des sols pollués d'établissements accueillant des populations sensibles.

Circulaire DGS/SD. 7B n° 2006-234 du **30 mai 2006** relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact.

Guides et rapports (liste non exhaustive - cf. portail Internet site et sols pollués Ministère de l'Ecologie et de Développement Durable)

Ministère de l'Ecologie et de Développement Durable - guide relatif aux « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » - **8 février 2007**

INERIS - rapport d'étude n° INERIS-DRC-05-41113-ETSC/R01a - pratique INERIS de choix des valeurs toxicologiques de référence dans les évaluations de risque sanitaire - **21/03/06**

INERIS - rapport d'étude DRC-05-57278-DESP/R03a - **15/04/2005** - étude des modèles d'évaluation de l'exposition et des risques liés aux sols pollués - modélisation du transfert de vapeurs du sous-sol ou du vide sanitaire vers l'air intérieur

INERIS - DRC-05-65654/DESP - Formation RC06 « EDR Santé liés aux sites et sols pollués » - Session **2005A** (mars -avril) - divers supports de formations

User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings - EPA Contract Number 68-W-02-33 - revised February 22, **2004** (version 3.1 Johnson and Ettinger (1991) model)

RISC₄ - User's Manual - Lynn R. Spence Spence Engineering Pleasanton, California - Terry Walden BP Oil International Sunbury, UK - **October 2001** - BP

INERIS - Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols - MATE - **novembre 2001**

Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes - applications dans un contexte d'Evaluation Détaillée des Risques pour les ressources en eau - document du BRGM 300 - **2001**

Guide « Gestion des sites pollués - Diagnostic approfondi et Evaluations Détaillées des Risques » (Version 0 de **juin 2000**).

Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols - document général - version 1 - GT sols pollués - santé publique - **22/04/99**

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group - volume 5 - Human Health Risk-Based Evaluation of Petroleum Release Sites : Implementing the Working Group Approach - **June 1999**

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group - volume 4 - Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) - **1997**

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group - volume 3 - Selection of Representative TPH Fractions Based on Fate and Transport Considérations - **july 1997**

National Institute of Public Health and the environment Bilthoven, The Netherlands - report n°715810014 - the VOLASOIL risk assessment model based on CSOIL for soils contaminated with volatile compounds - MFW Waitz, JI Freijer, P Kreule, FA Swartjes - **may 1996**

ASTM E 1739-95 - Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites.

Heuristic Model for Predicting the Intrusion Rate of Contaminant Vapors into Buildings - Paul C. Johnson and Robert A. Ettinger - Shelle Development, Westhollow Research Center, Houston, Texas 77251 - Environ. Sci. technol. **1991**, vol. 25, n°8, 1445-1452 - American Chemical Society

Conditions d'utilisation du rapport

Le présent rapport (dans son intégralité) :

- *est réalisé pour le donneur d'ordre selon le contrat passé avec Apave Sudeurope SAS*
- *est la propriété exclusive du donneur d'ordre*
- *est basé sur les limites et incertitudes à la date de sa rédaction des :*
 - *connaissances techniques, réglementaires, normatives et scientifiques disponibles et applicables...*
 - *informations transmises à Apave Sudeurope SAS*
- *est limité à une emprise spatiale précise à la date de son élaboration*

Le présent rapport est un tout indissociable, une utilisation partielle ou toute interprétation, ou décisions prises à l'issue de son élaboration et/ou en dehors de ses limites de validité ne saurait engager la responsabilité de Apave Sudeurope SAS.

PRESTATION(S) REALISEE(S) SELON LA NORME NFX 31-620-2 DE JUIN 2011

Le tableau suivant précise les prestations élémentaires et globales « Sites et Sols Pollués » réalisées, objet du présent rapport, selon la norme NFX31-620-2 (juin 2011).

CODE PRESTATION ELEMENTAIRE

Offre Apave	Code	Désignation	Objectifs
Diagnostic de l'état des milieux			
	A100	Visite de site	Procéder à un état des lieux
	A110	Etudes historiques, documentaire et mémorielles	Reconstituer, à travers l'histoire des pratiques industrielles et environnementales du site, d'une part les zones potentiellement polluées et d'autre part les types de polluants potentiellement présents au droit du site concerné.
	A120	Etude de vulnérabilité des milieux	Identifier les possibilités de transfert des pollutions et les usages réels des milieux concernés.
	A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses en fonction des milieux concernés.
	A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	
	A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments	
	A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol	
	A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques	
	A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires	
	A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées	
Evaluation des impacts sur les enjeux à protéger			
	A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eaux	Évaluer l'état actuel d'une ressource en eau ou prévoir son évolution. Définir les actions pour prévenir et améliorer la qualité de la ressource en eau.
	A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales	Identifier les espèces ou habitats naturels susceptibles d'être affectés par une pollution et définir les mesures de prévention appropriées.
Analyse des enjeux sanitaires (démarche d'évaluation des risques sanitaires)			
X	A320	Analyse des enjeux sanitaires	Évaluer les risques sanitaires en fonction des contextes de gestion.
Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un Bilan Coûts Avantages (BCA)			
	A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un Bilan Coûts Avantages (BCA)	Proposer les options de gestion présentant le bilan coûts/avantages le plus adapté.
Dossier de restriction d'usage ou de servitudes			
	A400	Dossiers de restriction d'usages ou de servitudes	Élaborer un dossier de restriction d'usage ou de servitudes

CODE PRESTATION GLOBALE

Offre Apave	Code	Désignation	Objectifs
	AMO	Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO)	Assister et conseiller le Donneur d'Ordre pendant tout ou partie de la durée du projet.
	LEVE	Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale des sites pollués	Identifier les sites qui n'ont pas été pollués par des activités industrielles et/ou de service (sites industriels, zones de stockage, décharges, etc.), ou par des activités d'épandage des effluents ou de déchets.
	EVAL	Evaluation (ou audit) environnementale des sols et des eaux souterraines lors d'une vente /acquisition d'un site (EVAL phase 1 - EVAL phase 2 - EVAL phase 3)	Identifier, quantifier et hiérarchiser les impacts environnementaux sur les sols et les eaux souterraines traduisant un passif résultant d'activités passées ou présentes sur le site. Déterminer les conséquences techniques et financières liées aux éventuels impacts sur les milieux et constats effectués dans le cadre de cette prestation
	CPIS	Conception de programme ou de surveillance - réalisation du programme - interprétation des résultats - élaboration de schémas conceptuels, de modèles de fonctionnement et de bilans quadriennaux	<ol style="list-style-type: none"> 1) Définir un programme d'investigations ou de surveillance. 2) Mettre en œuvre le programme de prélèvements. 3) Interpréter les résultats. 4) Fournir des données d'entrée pour les offres globales IEM et PG 5) Élaborer un bilan de la surveillance périodique et proposer en cas de besoin une modification des paramètres de la surveillance.
	PG	Plan de Gestion (PG) dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site	Définir des modalités de réhabilitation et d'aménagement d'un site pollué. Supprimer ou, à défaut, maîtriser les sources de pollution et leurs impacts.
	IEM	Interprétation de l'Etat d'un Milieu (IEM)	<p>Distinguer les milieux avec des usages déjà fixés qui :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ne nécessitent aucune action particulière ; • peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages constatés ; • nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion.
	CONT	<p>Contrôles :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance • de la mise en œuvre des mesures de gestion 	Vérifier la conformité des travaux d'exécution des ouvrages d'investigations ou de surveillance. Contrôler, au fur et à mesure de leur avancement, que les mesures de gestion (opérations de dépollution, réalisation des aménagements, etc.) sont réalisées conformément aux dispositions prévues.
	XPER	Expertise dans le domaine des sites et sols pollués	Réaliser une revue critique de l'intégralité du dossier ou répondre à des questions spécifiques.

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 : CAMPAGNES SEMESTRIELLES DE SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES (OCTOBRE 2013 A JANVIER 2017)**
- ANNEXE 2 : BORDEREAU D'ANALYSES ALCONTROL (RESULTATS SOL DE NOVEMBRE 2016)**
- ANNEXE 3 : BORDEREAU D'ANALYSES ALCONTROL (RESULTATS EAUX SOUTERRAINES JANVIER 2017)**
- ANNEXE 4 : FEUILLE DE CALCUL DE RISQUES**
- ANNEXE 5 : CARACTERISTIQUES DES SUBSTANCES / TRACEURS DE RISQUES**

ANNEXE 1

ANNEXE 2



Rapport d'analyse

GRS VALTECH - Bordeaux
Fabien BESNARD
12 avenue des Mondaults
F-33270 FLOIRAC

Page 1 sur 5

Votre nom de Projet : SNECMA - NOV16 BF et FF
Votre référence de Projet : SNECMA - NOV16
Référence du rapport ALcontrol : 12412464, version: 1

Rotterdam, 15-11-2016

Cher(e) Madame/ Monsieur,

Veillez trouver ci-joint les résultats des analyses effectuées en laboratoire pour votre projet SNECMA - NOV16.

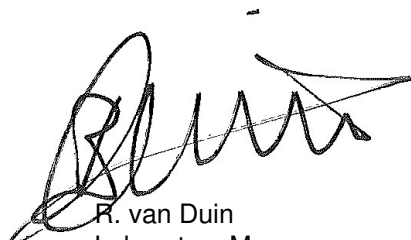
Le rapport reprend les descriptions des échantillons, le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. Les résultats rapportés se réfèrent uniquement aux échantillons analysés.

Ce rapport est constitué de 5 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses, à l'exception des analyses sous-traitées, sont réalisées par ALcontrol B.V., Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas et / ou 99-101 Avenue Louis Roche, Gennevilliers, France.

Veillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.



R. van Duin
Laboratory Manager



Rapport d'analyse

Projet SNECMA - NOV16 BF et FF
Référence du projet SNECMA - NOV16
Réf. du rapport 12412464 - 1

Date de commande 04-11-2016
Date de début 07-11-2016
Rapport du 15-11-2016

Code	Matrice	Réf. échantillon				
001	Sol	BF1				
002	Sol	BF4				
003	Sol	FF1				
004	Sol	FF3				

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004
matière sèche	% massique Q		89.9	89.2	92.6	93.6
<i>COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS</i>						
benzène	mg/kg MS Q		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
toluène	mg/kg MS Q		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
éthylbenzène	mg/kg MS Q		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
orthoxyène	mg/kg MS Q		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
para- et métaxyène	mg/kg MS Q		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
xylènes	mg/kg MS Q		<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
BTEX total	mg/kg MS Q		<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
<i>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</i>						
naphtalène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
acénaphthylène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
acénaphthène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
fluorène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
phénanthrène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
anthracène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
fluoranthène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	0.02
pyrène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(a)anthracène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
chrysène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	0.04
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(a)pyrène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	0.02
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS Q		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Somme des HAP (10) VROM	mg/kg MS Q		<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Somme des HAP (16) - EPA	mg/kg MS Q		<0.32	<0.32	<0.32	<0.32
<i>HYDROCARBURES TOTAUX</i>						
fraction aromat. >C5-C7	mg/kg MS Q		<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
fraction aromat. >C7-C8	mg/kg MS Q		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
fraction aromat. >C8-C10	mg/kg MS Q		<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
fraction aromat. >C10-C12	mg/kg MS Q		<3	<3	<3	<3
fraction aromat. >C12-C16	mg/kg MS Q		17	<9	<9	<9
fraction aromat. >C16-C21	mg/kg MS Q		<9	<9	<9	<9
fraction aromat. >C21-C35	mg/kg MS Q		<15	<15	<15	<15
fraction aliphat. >C5-C6	mg/kg MS Q		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
fraction aliphat. >C6-C8	mg/kg MS Q		<0.6	<0.6	<0.6	<0.6
fraction aliphat. >C8-C10	mg/kg MS Q		6.3	2.6	<0.6	1.7
fraction aliphat. >C10-C12	mg/kg MS Q		87	25	<1	7.7

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Projet SNECMA - NOV16 BF et FF
Référence du projet SNECMA - NOV16
Réf. du rapport 12412464 - 1

Date de commande 04-11-2016
Date de début 07-11-2016
Rapport du 15-11-2016

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Sol	BF1
002	Sol	BF4
003	Sol	FF1
004	Sol	FF3

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004
fraction aliphat. >C12-C16	mg/kg MS	Q	140	54	<3	13
fraction aliphat >C16-C21	mg/kg MS	Q	11	<3	<3	<3
fraction aliphat. >C21-C35	mg/kg MS	Q	8.8	<5	<5	<5

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :





Rapport d'analyse

Projet SNECMA - NOV16 BF et FF
Référence du projet SNECMA - NOV16
Réf. du rapport 12412464 - 1

Date de commande 04-11-2016
Date de début 07-11-2016
Rapport du 15-11-2016

Analyse	Matrice	Référence normative
matière sèche	Sol	Sol: Equivalent à ISO 11465 et equivalent à NEN-EN 15934. Sol (AS3000): Conforme à AS3010-2 et équivalente à NEN-EN 15934
benzène	Sol	Méthode interne, headspace GCMS
toluène	Sol	Idem
éthylbenzène	Sol	Idem
orthoxyène	Sol	Idem
para- et métaxyène	Sol	Idem
xylènes	Sol	Idem
BTEX total	Sol	Méthode interne, headspace GCMS
naphtalène	Sol	Méthode interne, extraction acétone-hexane, analyse par GC-MS
acénaphthylène	Sol	Idem
acénaphène	Sol	Idem
fluorène	Sol	Idem
phénanthrène	Sol	Idem
anthracène	Sol	Idem
fluoranthène	Sol	Idem
pyrène	Sol	Idem
benzo(a)anthracène	Sol	Idem
chrysène	Sol	Idem
benzo(b)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(k)fluoranthène	Sol	Idem
benzo(a)pyrène	Sol	Idem
dibenzo(ah)anthracène	Sol	Idem
benzo(ghi)pérylène	Sol	Idem
indéno(1,2,3-cd)pyrène	Sol	Idem
Somme des HAP (10) VROM	Sol	Idem
fraction aromat. >C5-C7	Sol	Méthode interne, headspace GCMS
fraction aromat. >C7-C8	Sol	Idem
fraction aromat. >C8-C10	Sol	Idem
fraction aromat. >C10-C12	Sol	Méthode interne, GC-FID
fraction aromat. >C12-C16	Sol	Idem
fraction aromat. >C16-C21	Sol	Idem
fraction aromat. >C21-C35	Sol	Idem
fraction aliphat. >C5-C6	Sol	Méthode interne, headspace GCMS
fraction aliphat. >C6-C8	Sol	Idem
fraction aliphat. >C8-C10	Sol	Idem
fraction aliphat. >C10-C12	Sol	Méthode interne, GC-FID
fraction aliphat. >C12-C16	Sol	Idem
fraction aliphat. >C16-C21	Sol	Idem
fraction aliphat. >C21-C35	Sol	Idem

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	A9581923	08-11-2016	03-11-2016	ALC201
001	A9581925	08-11-2016	03-11-2016	ALC201
002	A9581929	08-11-2016	03-11-2016	ALC201
002	A9581930	08-11-2016	03-11-2016	ALC201
003	A9581924	08-11-2016	03-11-2016	ALC201
003	A9581926	08-11-2016	03-11-2016	ALC201
004	A9581928	08-11-2016	03-11-2016	ALC201

Paraphe :





GRS VALTECH - Bordeaux
Fabien BESNARD

Rapport d'analyse

Page 5 sur 5

Projet SNECMA - NOV16 BF et FF
Référence du projet SNECMA - NOV16
Réf. du rapport 12412464 - 1

Date de commande 04-11-2016
Date de début 07-11-2016
Rapport du 15-11-2016

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
004	A9581927	08-11-2016	03-11-2016	ALC201

Paraphe :

ANNEXE 3



Rapport d'analyse

Apave Artigues
Florence LAPORTE-DAUBE
ZI Av. Gay Lussac
F-33370 ARTIGUES PRES BORDEAUX

Page 1 sur 8

Votre nom de Projet : Analyses eaux souterraines
Votre référence de Projet : SNECMA
Référence du rapport ALcontrol : 12449256, version: 2

Rotterdam, 23-01-2017

Cher(e) Madame/ Monsieur,

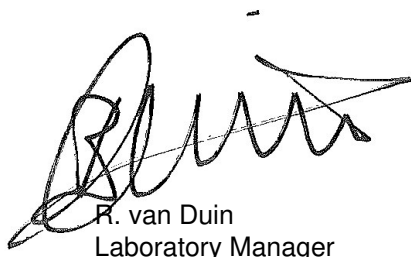
Veillez trouver ci-joint les résultats des analyses effectuées en laboratoire pour votre projet SNECMA. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. Les résultats rapportés se réfèrent uniquement aux échantillons analysés.

Ce rapport est constitué de 8 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses, à l'exception des analyses sous-traitées, sont réalisées par ALcontrol B.V., Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas et / ou 99-101 Avenue Louis Roche, Gennevilliers, France.

Veillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.



R. van Duin
Laboratory Manager



Projet Analyses eaux souterraines
Référence du projet SNECMA
Réf. du rapport 12449256 - 2

Date de commande 03-01-2017
Date de début 04-01-2017
Rapport du 23-01-2017

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Eau souterraine	PZ1
002	Eau souterraine	PZ2
003	Eau souterraine	PZ3
004	Eau souterraine	PZ4
005	Eau souterraine	PZ6

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005
<i>COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS</i>							
benzène	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
toluène	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
éthylbenzène	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
orthoxyène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
para- et métaxyène	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
xylènes	µg/l	Q	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
cumène	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
naphtalène	µg/l	Q	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
1,2,4-triméthylbenzène	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
1,3,5-triméthylbenzène	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
<i>ALKYLBENZENES</i>							
2-éthyltoluène	µg/l		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
3-éthyltoluène	µg/l		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
4-éthyltoluène	µg/l		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
<i>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</i>							
naphtalène	µg/l	Q	0.20 ¹⁾	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
acénaphthylène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
acénaphthène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
fluorène	µg/l	Q	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
phénanthrène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
anthracène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
fluoranthène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
pyrène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(a)anthracène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
chrysène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(b)fluoranthène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(k)fluoranthène	µg/l	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
benzo(a)pyrène	µg/l	Q	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
dibenzo(ah)anthracène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
benzo(ghi)pérylène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	Q	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Somme des HAP (10) VROM	µg/l	Q	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Somme des HAP (16) - EPA	µg/l	Q	<0.57	<0.57	<0.57	<0.57	<0.57
<i>COMPOSES ORGANO HALOGENES VOLATILS</i>							
tétrachloroéthylène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
trichloroéthylène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1-dichloroéthène	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
cis-1,2-dichloroéthène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Projet Analyses eaux souterraines
Référence du projet SNECMA
Réf. du rapport 12449256 - 2

Date de commande 03-01-2017
Date de début 04-01-2017
Rapport du 23-01-2017

Code	Matrice	Réf. échantillon						
001	Eau souterraine	PZ1						
002	Eau souterraine	PZ2						
003	Eau souterraine	PZ3						
004	Eau souterraine	PZ4						
005	Eau souterraine	PZ6						

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005
trans-1,2-dichloroéthylène	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
chlorure de vinyle	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,1-dichloroéthane	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
1,2-dichloroéthane	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
tétrachlorométhane	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
chloroforme	µg/l	Q	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
dichlorométhane	µg/l	Q	<1	<1	<1	<1	<1
1,1,1,2-tétrachloroéthane	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,1,2,2-tétrachloroéthane	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
1,3-dichloropropane	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
1,2-dichloropropane	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
trans-1,3-dichloropropène	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
cis-1,3-dichloropropène	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
bromodichlorométhane	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
dibromochlorométhane	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
bromoforme	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
hexachlorobutadiène	µg/l	Q	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
hexachlorobutadiène	µg/l	Q	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
HYDROCARBURES TOTAUX							
fraction C5-C6	µg/l		<10	<10	<10	<10	<10
fraction C6-C8	µg/l		<10	<10	<10	<10	<10
fraction C8-C10	µg/l		11	<10	<10	<10	<10
fraction C10-C12	µg/l		75 ²⁾	<5 ²⁾	<5 ²⁾	<5 ²⁾	<5 ²⁾
fraction C12-C16	µg/l		75 ²⁾	7.3 ²⁾	<5 ²⁾	<5 ²⁾	<5 ²⁾
fraction C16-C21	µg/l		<5 ²⁾	5.8 ²⁾	<5 ²⁾	<5 ²⁾	<5 ²⁾
fraction C21-C40	µg/l		<5 ²⁾	15 ²⁾	<5 ²⁾	<5 ²⁾	<5 ²⁾
Hydrocarbures Volatils C5-C10	µg/l	Q	<30	<30	<30	<30	<30
hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	Q	150 ²⁾	30 ²⁾	<20 ²⁾	<20 ²⁾	<20 ²⁾

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Apave Artigues
Florence LAPORTE-DAUBE

Rapport d'analyse

Page 4 sur 8

Projet Analyses eaux souterraines
Référence du projet SNECMA
Réf. du rapport 12449256 - 2

Date de commande 03-01-2017
Date de début 04-01-2017
Rapport du 23-01-2017

Commentaire

- 1 Résultat fourni à titre indicatif en raison de la présence de composants interférants
- 2 Le flacon livré ne présente pas d'espace de tête (bouteille complètement remplie). Les résultats sont de ce fait indicatifs.

Paraphe :



Projet Analyses eaux souterraines
Référence du projet SNECMA
Réf. du rapport 12449256 - 2

Date de commande 03-01-2017
Date de début 04-01-2017
Rapport du 23-01-2017

Analyse	Matrice	Référence normative
benzène	Eau souterraine	Méthode interne, headspace GCMS
toluène	Eau souterraine	Idem
éthylbenzène	Eau souterraine	Idem
orthoxyène	Eau souterraine	Idem
para- et métaxyène	Eau souterraine	Idem
xyènes	Eau souterraine	Idem
cumène	Eau souterraine	Idem
naphtalène	Eau souterraine	Idem
1,2,4-triméthylbenzène	Eau souterraine	Idem
1,3,5-triméthylbenzène	Eau souterraine	Idem
2-éthyltoluène	Eau souterraine	Idem
3-éthyltoluène	Eau souterraine	Idem
4-éthyltoluène	Eau souterraine	Idem
naphtalène	Eau souterraine	Méthode interne
acénaphtyène	Eau souterraine	Idem
acénaphène	Eau souterraine	Idem
fluorène	Eau souterraine	Idem
phénanthrène	Eau souterraine	Idem
anthracène	Eau souterraine	Idem
fluoranthène	Eau souterraine	Idem
pyrène	Eau souterraine	Idem
benzo(a)anthracène	Eau souterraine	Idem
chrysène	Eau souterraine	Idem
benzo(b)fluoranthène	Eau souterraine	Idem
benzo(k)fluoranthène	Eau souterraine	Idem
benzo(a)pyrène	Eau souterraine	Idem
dibenzo(ah)anthracène	Eau souterraine	Idem
benzo(ghi)péryène	Eau souterraine	Idem
indéno(1,2,3-cd)pyrène	Eau souterraine	Idem
Somme des HAP (10) VROM	Eau souterraine	Idem
Somme des HAP (16) - EPA	Eau souterraine	Idem
tétrachloroéthylène	Eau souterraine	conforme à NEN-EN-ISO 10301 (HS-GCMS, méthode standard interne, calibration par fonction quadratique)
trichloroéthylène	Eau souterraine	Idem
1,1-dichloroéthène	Eau souterraine	Idem
cis-1,2-dichloroéthène	Eau souterraine	Idem
trans-1,2-dichloroéthylène	Eau souterraine	Idem
chlorure de vinyle	Eau souterraine	Idem
1,1,1-trichloroéthane	Eau souterraine	Idem
1,1-dichloroéthane	Eau souterraine	Idem
1,2-dichloroéthane	Eau souterraine	Idem
tétrachlorométhane	Eau souterraine	Idem
chloroforme	Eau souterraine	Idem
dichlorométhane	Eau souterraine	Idem
1,1,1,2-tétrachloroéthane	Eau souterraine	Méthode interne, headspace GCMS
1,1,2,2-tétrachloroéthane	Eau souterraine	Idem
1,3-dichloropropane	Eau souterraine	Idem
1,2-dichloropropane	Eau souterraine	conforme à NEN-EN-ISO 10301 (HS-GCMS, méthode standard interne, calibration par fonction quadratique)
trans-1,3-dichloropropène	Eau souterraine	Idem
cis-1,3-dichloropropène	Eau souterraine	Idem
bromodichlorométhane	Eau souterraine	Méthode interne, headspace GCMS

Paraphe :



Projet Analyses eaux souterraines
Référence du projet SNECMA
Réf. du rapport 12449256 - 2

Date de commande 03-01-2017
Date de début 04-01-2017
Rapport du 23-01-2017

Analyse	Matrice	Référence normative
dibromochlorométhane	Eau souterraine	Idem
bromoforme	Eau souterraine	conforme à NEN-EN-ISO 10301 (HS-GCMS, méthode standard interne, calibration par fonction quadratique)
hexachlorobutadiène	Eau souterraine	Méthode interne, headspace GCMS
hexachlorobutadiène	Eau souterraine	conforme à NEN-EN-ISO 10301 (HS-GCMS, méthode standard interne, calibration par fonction quadratique)
fraction C5-C6	Eau souterraine	Méthode interne, analyse par GC/MS
fraction C6-C8	Eau souterraine	Idem
fraction C8-C10	Eau souterraine	Idem
Hydrocarbures Volatils C5-C10	Eau souterraine	Méthode interne, headspace GCMS
hydrocarbures totaux C10-C40	Eau souterraine	Conforme à NEN-EN-ISO 9377-2

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	U5016354	04-01-2017	03-01-2017	ALC234
001	G6259468	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
001	S0894593	04-01-2017	03-01-2017	ALC237
001	G6259466	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
001	G6259467	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
002	G6259448	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
002	S0894588	04-01-2017	03-01-2017	ALC237
002	G6259462	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
002	G6259445	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
002	U5016363	04-01-2017	03-01-2017	ALC234
003	G6259461	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
003	U5016353	04-01-2017	03-01-2017	ALC234
003	S0894595	04-01-2017	03-01-2017	ALC237
003	G6259455	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
003	G6259450	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
004	G6259454	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
004	U5016364	04-01-2017	03-01-2017	ALC234
004	G6259449	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
004	S0894587	04-01-2017	03-01-2017	ALC237
004	G6259456	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
005	S0894594	04-01-2017	03-01-2017	ALC237
005	G6259439	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
005	G6259440	04-01-2017	03-01-2017	ALC236
005	U5016371	04-01-2017	03-01-2017	ALC234
005	G6259441	04-01-2017	03-01-2017	ALC236

Comments

* A la demande du client, le composé 1,1-dichloroéthane a été rajouté sur le rapport.

Paraphe :



Apave Artigues
Florence LAPORTE-DAUBE

Rapport d'analyse

Page 7 sur 8

Projet Analyses eaux souterraines
Référence du projet SNECMA
Réf. du rapport 12449256 - 2

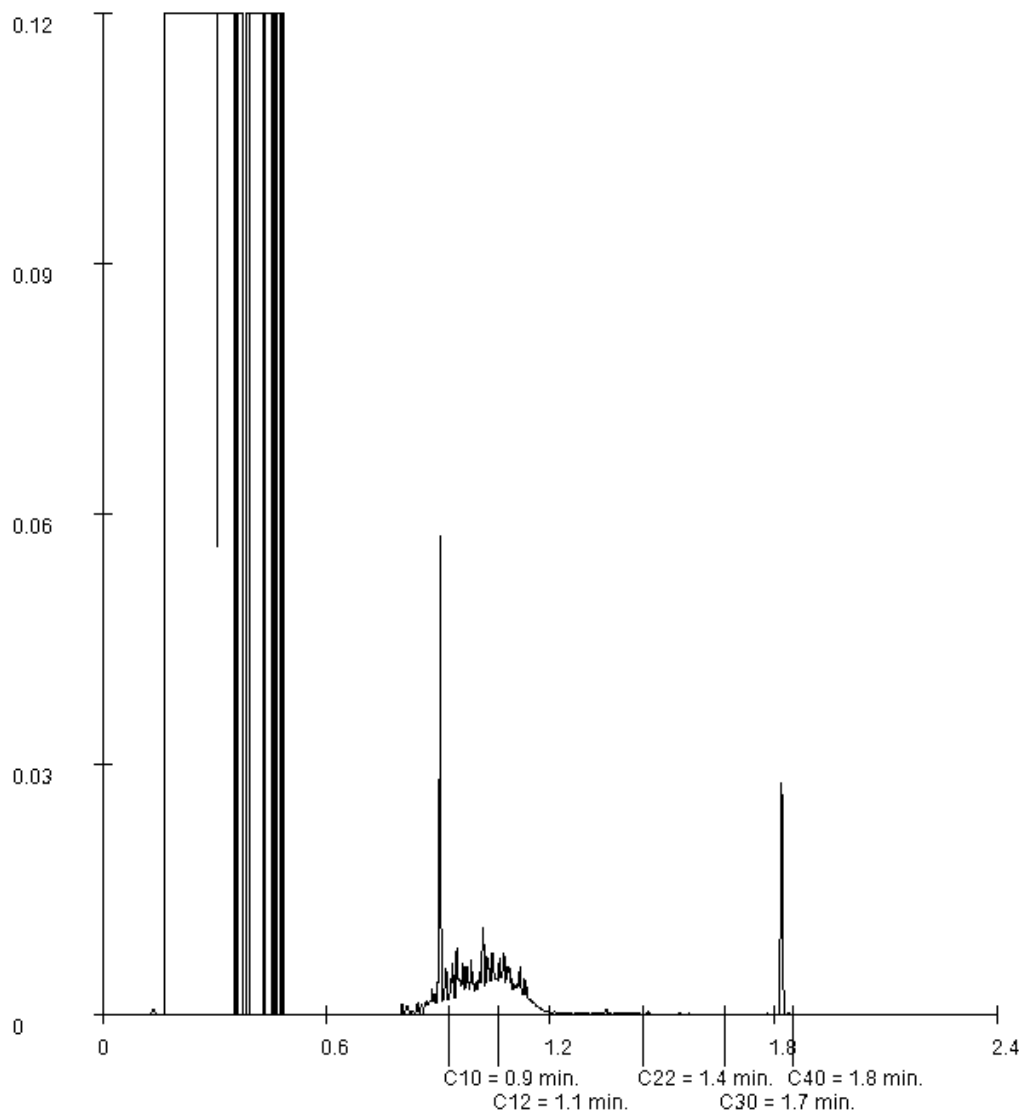
Date de commande 03-01-2017
Date de début 04-01-2017
Rapport du 23-01-2017

Référence de l'échantillon: 001
Information relative aux échantillons PZ1

Détermination de la chaîne de carbone

essence	C9-C14
kérosène et pétrole	C10-C16
diesel et gazole	C10-C28
huile de moteur	C20-C36
mazout	C10-C36

Les pics C10 et C40 sont introduits par le laboratoire et sont utilisés comme étalons internes.



Paraphe :





Apave Artigues
Florence LAPORTE-DAUBE

Rapport d'analyse

Projet Analyses eaux souterraines
Référence du projet SNECMA
Réf. du rapport 12449256 - 2

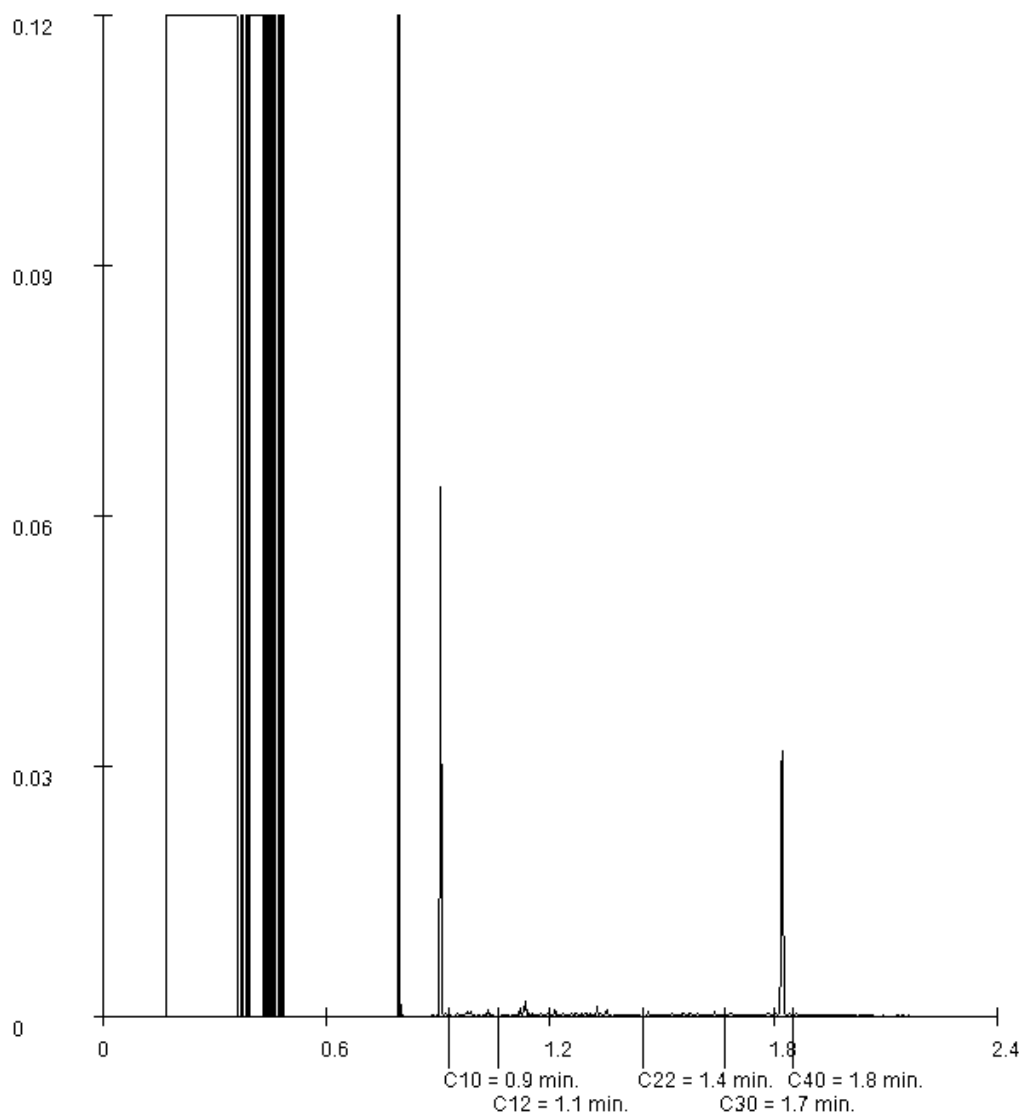
Date de commande 03-01-2017
Date de début 04-01-2017
Rapport du 23-01-2017

Référence de l'échantillon: 002
Information relative aux échantillons PZ2

Détermination de la chaîne de carbone

essence	C9-C14
kérosène et pétrole	C10-C16
diesel et gazole	C10-C28
huile de moteur	C20-C36
mazout	C10-C36

Les pics C10 et C40 sont introduits par le laboratoire et sont utilisés comme étalons internes.



Paraphe :



ANNEXE 4

SNECMA - QD - Gaz Sol			Inhalation de vapeurs d'éléments chimiques				
			Intérieur - ancien banc d'essai				
			Adulte Travailleur				
			N° CAS / Fexp	2,01E-01			
Effet avec seuil	C expo (mg/m3) ou (mg/kg)	Hydrocarbures					
		ALIPHATIQUE > C5-C6	TPHCWG	7,72E-05			
		ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG	7,72E-05			
		ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG				
		ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG				
		ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG				
		AROMATIQUE > C7-C8	TPHCWG				
		AROMATIQUE > C8-C10	TPHCWG	7,72E-05			
		AROMATIQUE > C10-C12	TPHCWG	1,54E-04			
		AROMATIQUE > C12-C16	TPHCWG	1,54E-04			
		BTEX					
		Benzène	71-43-2	1,53E-06			
		Toluène	108-88-3				
		Ethylbenzène	100-41-4	3,04E-06			
		Xylènes totaux	1330-20-7				
		Cumène	98-82-8				
		HAP					
		Naphtalène	91-20-3	1,48E-05			
		DJE calculée (mg/m3/j) ou (mg/kg/j)	Hydrocarbures				
			ALIPHATIQUE > C5-C6	TPHCWG	1,55E-05		
			ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG	1,55E-05		
			ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG			
			ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG			
			ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG			
			AROMATIQUE > C7-C8	TPHCWG			
			AROMATIQUE > C8-C10	TPHCWG	1,55E-05		
			AROMATIQUE > C10-C12	TPHCWG	3,10E-05		
			AROMATIQUE > C12-C16	TPHCWG	3,10E-05		
	BTEX						
	Benzène		71-43-2	3,08E-07			
	Toluène		108-88-3				
	Ethylbenzène		100-41-4	6,10E-07			
	Xylènes totaux		1330-20-7				
	Cumène		98-82-8				
	HAP						
	Naphtalène		91-20-3	2,98E-06			
	VTR (mg/m3/j) ou (mg/kg/j)		Hydrocarbures				
			ALIPHATIQUE > C5-C6	TPHCWG	1,84E+01		
			ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG	1,84E+01		
			ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG			
			ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG			
			ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG			
			AROMATIQUE > C7-C8	TPHCWG			
			AROMATIQUE > C8-C10	TPHCWG	2,00E-01		
			AROMATIQUE > C10-C12	TPHCWG	2,00E-01		
			AROMATIQUE > C12-C16	TPHCWG	2,00E-01		
		BTEX					
		Benzène	71-43-2	9,75E-03			
		Toluène	108-88-3				
		Ethylbenzène	100-41-4	3,00E-01			
		Xylènes totaux	1330-20-7				
		Cumène	98-82-8				
		HAP					
		Naphtalène	91-20-3	3,70E-02			
		Quotient de Danger (QD)	Molécules non cancérogènes	Hydrocarbures			
				ALIPHATIQUE > C5-C6	TPHCWG	8,42E-07	
				ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG	8,42E-07	
				ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG		
				ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG		
				ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG		
				AROMATIQUE > C7-C8	TPHCWG		
				AROMATIQUE > C8-C10	TPHCWG	7,75E-05	
				AROMATIQUE > C10-C12	TPHCWG	1,55E-04	
				AROMATIQUE > C12-C16	TPHCWG	1,55E-04	
	BTEX						
	Benzène			71-43-2	3,16E-05		
	Toluène			108-88-3			
	Ethylbenzène			100-41-4	2,03E-06		
	Xylènes totaux			1330-20-7			
	Cumène			98-82-8			
	HAP						
	Naphtalène			91-20-3	8,05E-05		
	Somme totale (cible / voie d'exposition)			5,03E-04			

SNECMA - ERI - Gaz Sol			Inhalation de vapeurs d'éléments chimiques	
			Intérieur - ancien banc d'essai	
			Adulte Travailleur	
			N° CAS / Fexp	1,08E-01
Effet sans seuil	C expo (mg/m ³) ou (mg/kg)	Hydrocarbures		
		ALIPHATIQUE > C5-C6	TPHCWG	7,72E-05
		ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG	7,72E-05
		ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG	
		ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG	
		ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG	
		AROMATIQUE > C7-C8	TPHCWG	
		AROMATIQUE > C8-C10	TPHCWG	7,72E-05
		AROMATIQUE > C10-C12	TPHCWG	1,54E-04
		AROMATIQUE > C12-C16	TPHCWG	1,54E-04
		BTEX		
		Benzène	71-43-2	1,53E-06
		Toluène	108-88-3	
		Ethylbenzène	100-41-4	3,04E-06
		Xylènes totaux	1330-20-7	
		Cumène	98-82-8	
		HAP		
		Naphtalène	91-20-3	1,48E-05
	DJE calculée (mg/kg/j ou mg/m ³ /j)	Hydrocarbures		
		ALIPHATIQUE > C5-C6	TPHCWG	8,37E-06
		ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG	8,37E-06
		ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG	
		ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG	
		ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG	
		AROMATIQUE > C7-C8	TPHCWG	
		AROMATIQUE > C8-C10	TPHCWG	8,37E-06
		AROMATIQUE > C10-C12	TPHCWG	1,67E-05
		AROMATIQUE > C12-C16	TPHCWG	1,67E-05
		BTEX		
		Benzène	71-43-2	1,66E-07
		Toluène	108-88-3	
		Ethylbenzène	100-41-4	3,29E-07
		Xylènes totaux	1330-20-7	
		Cumène	98-82-8	
		HAP		
		Naphtalène	91-20-3	1,61E-06
	ERU ((mg/kg/j) ⁻¹ ou (mg/m ³ /j) ⁻¹)	Hydrocarbures		
		ALIPHATIQUE > C5-C6	TPHCWG	
		ALIPHATIQUE > C6-C8	TPHCWG	
		ALIPHATIQUE > C8-C10	TPHCWG	
		ALIPHATIQUE > C10-C12	TPHCWG	
		ALIPHATIQUE > C12-C16	TPHCWG	
AROMATIQUE > C8-C10		TPHCWG		
AROMATIQUE > C10-C12		TPHCWG		
AROMATIQUE > C12-C16		TPHCWG		
BTEX				
Benzène		71-43-2	2,60E-03	
Toluène		108-88-3		
Ethylbenzène		100-41-4	2,50E-03	
Xylènes totaux		1330-20-7		
Cumène		98-82-8		
HAP				
Naphtalène		91-20-3	5,60E-03	
Excès de risque individuel (ERI)		Molécules cancérigènes	Hydrocarbures	
	ALIPHATIQUE > C5-C6		TPHCWG	
	ALIPHATIQUE > C6-C8		TPHCWG	
	ALIPHATIQUE > C8-C10		TPHCWG	
	ALIPHATIQUE > C10-C12		TPHCWG	
	ALIPHATIQUE > C12-C16		TPHCWG	
	AROMATIQUE > C8-C10		TPHCWG	
	AROMATIQUE > C10-C12		TPHCWG	
	AROMATIQUE > C12-C16		TPHCWG	
	BTEX			
	Benzène		71-43-2	4,32E-10
	Toluène		108-88-3	
	Ethylbenzène		100-41-4	8,24E-10
	Xylènes totaux		1330-20-7	
Cumène	98-82-8			
HAP				
Naphtalène	91-20-3	9,00E-09		
Somme par voie d'exposition et cible			1,03E-08	

ANNEXE 5

Cas des HAP et des BTEX

Substance	Voie d'exposition	Effets des substances chimiques sur la santé				Comportement dans l'environnement			
		Effets systémiques pour une exposition chronique	Effets cancérogènes	Effets génotoxiques et mutagènes	Effets sur la reproduction et le développement	Source	Bio-dégradation	Bio-accumulation	Source
Naphtalène N° CAS : 91-20-3	Inhalation	Chez l'homme, dans les rares cas décrits d'exposition au naphtalène, les effets observés sont des anémies hémolytiques et des cataractes.	La seule étude disponible chez l'homme ne permet aucune conclusion. C	Le naphtalène n'est pas classé génotoxique pour l'Union Européenne en l'absence de résultats clairs concordants. Certains organismes le considèrent cependant comme génotoxique dans leur évaluation du risque. L'ensemble des résultats de génotoxicité semble indiquer que le naphtalène n'est pas mutagène aussi bien sur cellules procaryotes que sur cellules eucaryotes.	Les effets du naphtalène sur la reproduction n'ont pas été étudiés. En l'absence de résultats positifs, le naphtalène n'est pas classé par l'Union Européenne.	[22]	Faiblement biodégradable selon essai standardisé	<i>Pas de résultat probant disponible</i>	[22]

Substance	Voie d'exposition	Effets des substances chimiques sur la santé				Comportement dans l'environnement			
		Effets systémiques pour une exposition chronique	Effets cancérogènes	Effets génotoxiques et mutagènes	Effets sur la reproduction et le développement	Source	Bio-dégradation	Bio-accumulation	Source
Ethylbenzène N° CAS : 100-41-4	Inhalation	Chez l'homme : 4 études réalisées chez des salariés ont montré des résultats contradictoires concernant les effets systémiques induits par une exposition chronique par voie pulmonaire à l'éthylbenzène Chez l'animal : les organes cibles sont le foie et le rein	L'éthylbenzène a été examiné mais n'a pas été classé par l'Union Européenne : Chez l'homme, aucune association n'a été trouvée entre l'apparition de cancer et l'exposition par voie pulmonaire à l'éthylbenzène.	Non classé génotoxique par l'Union Européenne	Aucune étude concernant l'effet de l'éthylbenzène sur la reproduction et le développement n'est disponible chez l'homme, quelle que soit la voie d'exposition.	[13]	L'éthylbenzène est uniquement sous forme vapeur lorsqu'il est présent dans l'atmosphère La volatilisation de l'éthylbenzène dans les sols est un processus significatif	Non bio-accumulable chez le poisson Absence de données concernant la bio-accumulation chez les végétaux	[13]
Benzène	Inhalation	Effet hématotoxiques et immunotoxique chez l'homme	Catégorie 1 : substance que l'on sait être cancérogène pour l'homme (JOCE, 2004)	Mutagène catégorie 2 (JOCE, 2004)	Non classé (JOCE, 2004)	[21]	Peut être considérée comme facilement dégradable	Faible potentiel de bioaccumulation chez les organismes aquatiques	[21]

[13] Fiche de données toxicologiques de l'Ethylbenzène – INERIS – mai 2005

[21] Fiche de données toxicologiques du benzène – INERIS – 21/03/2006

[22] Fiche de données toxicologiques du naphtalène – INERIS – janvier 2016

Cas des Hydrocarbures totaux

Substance	Voie d'exposition	Effets des substances chimiques sur la santé	Source	Comportement dans l'environnement		
				Bio-dégradation	Bio-accumulation	Source
Hydrocarbures	Inhalation Ingestion	Irritant pour les voies respiratoires et les muqueuses, en cas d'exposition unique ou répétée. Troubles neurologiques aigus (sommolence, ébriété, céphalée, vertige, coma...) en cas d'exposition à des concentrations élevées. Atteinte neurologique plus progressive en relation avec des expositions répétées. Possibilités d'apparition de dermatoses, irritant pour la peau	[1]	Vaporisation dans l'atmosphère contribuant à la production d'ozone dans la troposphère par réaction photochimique augmentant les risques pour les personnes asthmatiques ou souffrant d'insuffisance respiratoire. Faible biodégradabilité. En cas de rejet dans le milieu aquatique, une faible partie se dissoudra dans l'eau, le reste surnageant à la surface.		[1]

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Fiche solvants ED 4226 – INRS – 2011