



inovadia

études & conseil en environnement

TOTAL Raffinage Marketing

**Ancienne station-service TOTAL
Relais André Maginot CI : 58336
163 avenue André Maginot
TOURS (37)**

***Investigations complémentaires et Analyse des Risques Résiduels
pour la santé***

Juillet et septembre 2008

Référence	Rédaction	Visa	Vérification	Visa	Approbation	Visa	Date
C/08-113	M. PORHEL		S. NEDELLEC		V. LACOUR		04/11/08



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
2. DESCRIPTION DU SITE	4
3. SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS PRÉCÉDENTES	5
3.1 Diagnostic des sols – Mars 2005	6
3.2 Suivi environnemental des travaux de démantèlement – Novembre et décembre 2006	6
3.3 Travaux de dépollution complémentaires des sols – Décembre 2007	7
4. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	7
5. INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES	8
5.1 Méthodologie	8
5.1.1 Sols	8
5.1.2 Air du sol	9
5.2 Résultats et interprétation	10
5.2.1 Sols	10
5.2.2 Air du sol	14
6. SCHÉMA CONCEPTUEL	16
6.1 Substances dangereuses	16
6.2 Enjeux	16
6.2.1 Usage futur des sols au droit du site	16
6.2.2 Usages des eaux souterraines	16
6.2.3 Usage des eaux superficielles	17
6.2.4 Zones naturelles remarquables	17
6.3 Vecteurs potentiels	17
6.4 Schéma conceptuel	17
7. ANALYSE DES RISQUES RÉSIDUELS	20
7.1 Principes et objectifs	20
7.2 Identification des dangers et évaluation du rapport dose-réponse	21
7.2.1 Méthodologie	21
7.2.2 Sélection des substances considérées	22
7.2.3 Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)	23
7.3 Évaluation de l'exposition	23
7.3.1 Définition du scénario d'exposition	23
7.3.2 Concentrations des polluants dans les milieux d'exposition	24
7.3.3 Dose Journalière d'Exposition	26
7.4 Caractérisation des risques pour la santé	27
7.4.1 Méthodologie	27
7.4.2 Résultats	28
7.5 Hypothèses et évaluation des incertitudes	29
8. CONCLUSION	31

ANNEXES

ANNEXE 1	33
Figure 1 : Situation géographique au 1/25000	
ANNEXE 2	35
Figure 2 : Localisation des sondages complémentaires et des piézairs	
Figure 3 : Teneurs en hydrocarbures C5 à C40 et en BTEX dans les sols	
Coupes des sondages et des piézairs	
ANNEXE 3	39
Reportage photographique	
ANNEXE 4	41
Comportement des polluants dans l'environnement et paramètres physico-chimiques	
ANNEXE 5	46
Identification des dangers liés aux polluants	
ANNEXE 6	50
Paramètres utilisés pour la modélisation des transferts et de l'exposition	
ANNEXE 7	53
Rapports d'essais du laboratoire Wessling	

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de réaménagement du site de l'ancienne station-service TOTAL « Relais André Maginot » (CI : 58336) localisée 163, avenue André Maginot à Tours (37), TOTAL Raffinage Marketing a mandaté INOVADIA afin de réaliser des investigations complémentaires et une Analyse des Risques Résiduels (ARR) pour la santé permettant de valider la compatibilité entre l'usage futur envisagé du site et la qualité résiduelle des milieux (sols et air) à l'issue des travaux de démantèlement et de dépollution réalisés en novembre et décembre 2006 et en décembre 2007.

Les objectifs de la présente étude sont de caractériser le plus précisément possible les sources de pollution résiduelles et leurs impacts sur les différents milieux afin d'évaluer les risques pour la santé pour l'usage futur envisagé du site.

Ainsi, des sondages complémentaires et des piézajets ont été réalisés les 23 et 24 juillet 2008 dans les zones de pollution résiduelle pour le prélèvement et l'analyse en laboratoire accrédité d'échantillons de sols et d'air du sol. Un sondage a également été réalisé jusqu'à 10 m de profondeur afin de vérifier l'absence d'eaux souterraines.

Cette étude a été réalisée conformément à la Circulaire du 8 février 2007 relative à la prévention de la pollution des sols - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués - et ses annexes.

2. DESCRIPTION DU SITE

Le site de l'ancienne station-service TOTAL est localisé 163 avenue André Maginot dans une zone urbaine à environ 3,3 km au Nord du centre-ville de Tours (37) (voir localisation en **annexe 1 - figure 1**). Il est situé à une altitude d'environ + 102 m NGF.

Son environnement immédiat est représenté par :

- au Nord-Est, un commerce et une habitation individuelle,
- au Nord-Ouest, l'avenue André Maginot puis des entreprises et des habitations individuelles,
- au Sud-Ouest et au Sud-Est, des habitations individuelles puis un champ.



Source : Géoportail - Année 2008

Actuellement propriété de TOTAL Raffinage Marketing, l'ancienne station-service étudiée, d'une superficie de 2084 m², occupe la parcelle n°62 de la section AY du cadastre de la ville de Tours (37).

D'après le Plan d'Occupation des Sols (POS) de la ville en date du 12 mai 1997, cette parcelle est située en zone UB correspondant à une zone urbaine.

Lors des investigations de juillet 2008, le site était un terrain en friche. Les installations de l'ancienne station-service ont été démantelées en novembre et décembre 2006 et en 2007 (bâtiment). Elles consistaient notamment en :

- à l'Est, un bâtiment accueillant une boutique et une aire d'entretien (lavage-graissage),
- en bordure Sud-Sud-Ouest de l'aire d'entretien, un réservoir enterré de 1,5 m³ d'huiles usagées (HU) associé à l'activité d'entretien,
- au Nord-Ouest du réservoir HU, un dépotage,
- en bordure Sud-Sud-Est de l'aire d'entretien, un réservoir enterré de 1,5 m³ de fioul domestique (FOD),
- à l'Est-Sud-Est de la boutique, un ancien réservoir de 7,5 m³ de FOD,
- en partie Ouest et Nord-Ouest, une piste de distribution comportant :
 - o au Nord-Ouest, un îlot équipé de deux volucompteurs (SCA),
 - o au Sud-Est, un îlot équipé de deux volucompteurs (GO et SP98),
- en bordure Sud du site, le dépotage et les événements associés aux carburants,
- en bordure Nord-Nord-Ouest du site, un séparateur à hydrocarbures,
- quatre réservoirs enterrés de carburants dont les principales caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-après :

Localisation	Type de réservoir/Volume estimé/Ancien carburant	Caractéristiques
Nord-Ouest	Mono-compartmenté/15 m ³ /SCA	SE/FM
	Mono-compartmenté/15 m ³ /SCA	
Ouest-Sud-Ouest	Mono-compartmenté/15 m ³ /GO	SE/PT
Sud-Sud-Est	Mono-compartmenté/7,5 m ³ /SP98	SE/PT

SE : Simple Enveloppe ; PT : Pleine Terre ; FM : Fosse Maçonnée

3. SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS PRÉCÉDENTES

Cette étude fait suite au diagnostic des sols autour du réservoir d'huiles usagées et du réservoir de SP98 de mars 2005 (voir rapport SERPOL n°4900), au suivi environnemental des travaux de démantèlement de novembre et décembre 2006 (voir rapport SERPOL n°5305), et aux travaux de dépollution complémentaire des sols de décembre 2007 (voir rapport SERPOL n°5722).

3.1 DIAGNOSTIC DES SOLS – MARS 2005

A la suite de la découverte d'un mélange d'eau et d'hydrocarbures au niveau du trou d'homme du réservoir SP98, un diagnostic des sols a été réalisé par la société SERPOL le 02 mars 2005 autour du réservoir de SP98 et du réservoir d'huiles usagée situés à proximité. Ces investigations, ayant consisté en la réalisation de 6 sondages jusqu'à 5,5 m de profondeur au maximum pour l'analyse de sols en laboratoire accrédité, ont permis de mettre en évidence :

- des sols représentés par des limons bruns surmontant parfois des calcaires,
- concernant les eaux souterraines, leur absence jusqu'à 5,5 m de profondeur,
- concernant l'air du sol, un impact ponctuel en hydrocarbures volatils dans l'air interstitiel des sols au Sud du réservoir de SP98 (sondage S5), associée cependant à des teneurs en hydrocarbures et BTEX faibles voire inférieures aux limites de quantification,
- concernant les sols, l'absence d'impact avec des teneurs en hydrocarbures C10-C40 faibles (teneur maximales de 188 mg/kg MS) et en BTEX toutes inférieures aux limites de quantification sur l'ensemble des échantillons analysés,
- la présence de flottant de type essence (fraction nC6-nC11) dans le regard du réservoir de SP98,
- l'absence de risques liés à la pollution aux hydrocarbures en raison de l'absence de voie de transfert dans le cadre de la poursuite de l'activité de station-service.

3.2 SUIVI ENVIRONNEMENTAL DES TRAVAUX DE DEMANTELEMENT – NOVEMBRE ET DECEMBRE 2006

Le suivi des travaux de démantèlement réalisé par la société SERPOL du 08 novembre au 05 décembre 2006 a permis d'excaver et d'envoyer en centre de traitement spécialisé 1165,12 tonnes de terres polluées par des hydrocarbures, dans les limites des contraintes techniques.

Les résultats d'analyses des échantillons de sols prélevés en fonds et flancs de fouilles ont permis de mettre en évidence la présence des zones de pollution résiduelle suivantes :

- au droit de l'ancien séparateur à hydrocarbures (bordure Nord-Ouest du site) entre 0 et 1,2 m de profondeur avec une teneur en xylènes de 10,5 mg/kg MS sur le flanc de fouille localisé côté domaine public (teneurs en hydrocarbures C5 à C40 et en benzène, toluène, et éthylbenzène faibles voire inférieures aux limites de quantification),
- au droit de l'ancien réservoir de SP98 (partie Sud du site) à 4,5 m de profondeur, avec une teneur maximale en hydrocarbures C10-C40 de 2300 mg/kg MS en fond de fouille (teneurs en BTEX toutes inférieures aux limites de quantification),
- au droit de l'ancienne zone de distribution en limite de bâtiment, avec des indices de pollution en hydrocarbures volatils dans l'air interstitiel des sols (mesure PID de 609 ppmV) entre 0 et 2,2 m de profondeur (teneur en hydrocarbures C5 à C40 et en BTEX toutes faibles et inférieures aux limites de quantification).

3.3 TRAVAUX DE DEPOLLUTION COMPLEMENTAIRES DES SOLS –DECEMBRE 2007

Les travaux de dépollution réalisés par la société SERPOL du 12 au 17 décembre 2006 au droit des sources résiduelles de pollution localisées au niveau de l'ancienne zone de distribution, ont permis d'excaver et d'envoyer en centre de traitement spécialisé 467,8 tonnes de terres polluées par des hydrocarbures.

Les résultats d'analyses des échantillons de sols prélevés en fonds et flancs de fouilles ont permis de mettre en évidence :

- des teneurs en hydrocarbures C5 à C40 toutes faibles voire inférieures aux limites de quantification,
- des teneurs en BTEX toutes inférieures aux limites de quantification.

A l'issue de ces travaux, une Analyse de Risques Résiduels (ARR) a été recommandée pour s'assurer de la compatibilité des sources résiduelles de pollution (au droit de l'ancien séparateur à hydrocarbures et au droit de l'ancien réservoir de SP98) avec l'usage futur envisagé du site.

4. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

Le tableau ci-après synthétise les données environnementales concernant le site étudié sur la base de l'étude documentaire réalisée par SERPOL en mars 2005 et réactualisée dans le cadre de cette étude d'après les informations obtenues auprès de la Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) du Centre, de l'agence de l'eau Loire-Bretagne, de la Banque du Sous-Sol (BSS) du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) et de la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) du Centre :

Géologie	<p>Limons des plateaux (LP) correspondant à des dépôts argilo-sableux (épaisseur d'environ 5 m), puis des sables et graviers (m3p) datant du Post-Helvétien (épaisseur inférieure à 5 m) reposant sur plusieurs étages de calcaire et de craie (alternance de calcaire et de couches d'argiles).</p>
Hydrogéologie	<p>Nappes vulnérables à un éventuel impact de la station-service :</p> <ul style="list-style-type: none"> - nappe alluviale de la Loire, non présente au droit du site, mais en relation hydraulique avec les nappes sous-jacentes, - nappe du calcaire de Touraine (profondeur supérieure à 10 m), - nappe de la craie (Turonien à Sénonien) en relation hydraulique avec la nappe du calcaire de Touraine. <p>Sens local d'écoulement supposé du Nord-Nord-Est vers le Sud-Sud-Ouest.</p> <p>Absence d'eaux souterraines au droit du site jusqu'à 10,1 m lors des investigations de juillet 2008.</p> <p>Usages :</p> <ul style="list-style-type: none"> - plusieurs captages pour l'Alimentation en Eau Potable entre 2,2 et 2,7 km au Sud en aval hydraulique du site (forages de l'île Simon et de l'île Aucard), captant les eaux souterraines de la nappe alluviale de la vallée de la Loire (le site n'est pas inclut dans leurs périmètres de protection), - nombreux captages des eaux souterraines à usage non AEP (agricole, inconnu) en aval hydraulique supposé.

Hydrographie	<p>Fleuve <i>la Loire</i> à 2 km au Sud, en aval hydraulique (sens d'écoulement de l'Est vers l'Ouest).</p> <p>Rivière <i>le Cher</i> (en aval hydraulique) à 5 km au Sud (sens d'écoulement de l'Est vers l'Ouest pour rejoindre <i>la Loire</i>).</p> <p>Usages :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absence de prise d'eau AEP en aval hydraulique du site, - Usages halieutiques et récréatifs en aval hydraulique dans <i>la Loire</i>.
Zones naturelles protégées	Présence d'une Zone Natura 2000 (ZPS et SIC) dans la Vallée de <i>la Loire</i> à environ 2 km au Sud, en aval hydraulique du site.

5. INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES

5.1 METHODOLOGIE

Les méthodes normalisées citées ci-dessous ont été appliquées pour l'échantillonnage des sols et de l'air :

- échantillonnage des sols :
 - *NF ISO 10381-1 (mai 2003) : Lignes directrices pour l'établissement des programmes d'échantillonnage de sols,*
 - *NF ISO 10381-2 (mars 2003) : Techniques d'échantillonnages de sols,*
- échantillonnage de l'air du sol :
 - *NF ISO 10381-7 (janvier 2006) : Lignes directrices pour l'échantillonnage des gaz du sol.*

5.1.1 SOLS

Cinq sondages S1 à S3, T1 et T2 ont été réalisés le 24 juillet 2008 jusqu'à une profondeur maximale de 5,7 m à l'aide d'une tarière mécanique (diamètre de forage : 100 mm).

De plus, un sondage S4 (dont les sols n'ont pas été échantillonnés) a été réalisé le 24 juillet 2008 jusqu'à 10,1 m de profondeur à l'aide d'un marteau fond de trou afin de vérifier l'absence d'eaux souterraines.

La localisation des sondages (*voir en annexe 2 : figure 2*) a été définie en fonction de l'emplacement des zones de pollution résiduelle dans les sols à l'issue des travaux de dépollution, à savoir :

- au droit de l'ancien réservoir de 7,5 m³ SP98 (S1, T1),
- au droit de l'ancien séparateur à hydrocarbures en bordure Nord-Nord-Ouest du site (S2, T2).

Le sondage S3 a été localisé à l'Est de l'ancien séparateur à hydrocarbures afin de déterminer l'extension horizontale de la pollution située dans cette zone.

Ces sondages ont permis de prélever des échantillons de sols en surface et en profondeur afin de déterminer l'extension spatiale et de caractériser les zones de pollution résiduelle.

L'échantillonnage des sols a été effectué de manière à isoler les couches susceptibles de présenter une pollution.

Un échantillon moyen des remblais du site a également été réalisé à partir de prélèvements de différents sondages, afin de vérifier l'absence de pollution et de connaître les caractéristiques (granulométrie, pH, COT) des remblais mis en place à l'issue des travaux de dépollution de 2006 et 2007.

En cas de constat organoleptique de pollution (odeur, couleur anormale,...), des échantillons représentatifs de l'horizon concerné ainsi que des couches sus et sous-jacentes ont également été prélevés.

Les échantillons de sols ont été conditionnés dans des flacons en verre de 250 ml puis envoyés en messagerie express dans des glacières réfrigérées au laboratoire d'analyses accrédité WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38).

Les analyses suivantes ont été réalisées au laboratoire accrédité sur les échantillons de sols sélectionnés en fonction des constats organoleptiques effectués sur le terrain et des caractéristiques des pollutions résiduelles (voir les échantillons analysés sur les coupes des sondages en *annexe 2*) :

Paramètre	Méthode / norme analytique	Nombre d'échantillons analysés
Indice hydrocarbure aliphatique (C5-C10) avec répartition des chaînes carbonées	DIN ISO 22155	9
Indice hydrocarbure (C10-C40) avec répartition des chaînes carbonées	E DIN ISO 16703	
Hydrocarbures aromatiques monocycliques (BTEX)	NF ISO 11423-1	9
Répartition des chaînes carbonées (TPH)	Méthode interne WES 237	2
pH	ISO 10390	1
Carbone Organique Total (COT)	ISO 10694	1
Granulométrie	NF X31-107	1

5.1.2 AIR DU SOL

Les sondages S1, S2, T1 et T2 ont ensuite été équipés en piézairs.

Pour cela, des tubes en PVC de 32 mm de diamètre crépinés dans leur partie basse et pleins dans leur partie haute (voir *coupes des sondages et des piézairs en annexe 2*) ont été mis en place dans les trous de sondages et l'espace annulaire a été comblé par du massif filtrant (partie basse) puis des remblais compactés (partie haute).

Après une mise à l'équilibre de la phase gazeuse dans les piézairs pendant environ 30 min, les prélèvements dynamiques d'air du sol ont été réalisés les 24 et 25 juillet 2008, à 1,5 m de profondeur (T1 et T2) et à 3,5 m de profondeur (S1 et S2).

Lors du prélèvement réalisé dans le sondage T2 localisé au droit du séparateur à hydrocarbures, le tube orbo a été saturé. De nouveaux prélèvements ont donc été effectués le 02 septembre 2008 dans les piézairs situés au droit de l'ancien séparateur à hydrocarbures.

Les prélèvements ont été réalisés sur des tubes de charbon actif à l'aide d'une pompe Gilair selon les modalités suivantes :

Date des prélèvements	Piézair	Support	Débit (L/min)	Durée (min)	Volume pompé (L)
24 et 25 juillet 2008	AS1	Charbon actif	0,7872	63	49,59
	AS2	Charbon actif	0,7872	60	47,23
	AT1	Tube orbo	0,5295	63	33,36
		Charbon actif	0,7872	60	47,23
	AT2	Tube orbo	0,5295	61	32,30
		Charbon actif	0,7872	60	47,23
02 septembre 2008	AS2	Charbon actif	0,6804	10	6,80
	AT2	Tube orbo	0,2335	10	2,34
		Charbon actif	0,6804	10	6,80

Les échantillons ont été placés en glacière réfrigérée puis envoyés par messagerie express au laboratoire d'analyses accrédité WESSLING de Saint-Quentin-Fallavier (38) pour l'analyse des paramètres suivants :

Date des prélèvements	Paramètre	Méthode / norme analytique	Échantillons
24 et 25 juillet 2008	Hydrocarbures volatils C5-C12	Méthode interne WES 312	AS1, AS2, AT1 et AT2
	Hydrocarbures aromatiques monocycliques (BTEX)	VDI 2100 Blatt 2	AS1, AS2, AT1 et AT2
	Répartition des chaînes carbonées (TPH)	WBSE-26	AT1 et AT2
02 septembre 2008	Hydrocarbures volatils C5-C12	Méthode interne WES 312	AS2 et AT2
	Répartition des chaînes carbonées (TPH)	WBSE-26	AT2

Un reportage photographique illustrant les investigations réalisées est présenté en **annexe 3**.

5.2 RESULTATS ET INTERPRETATION

5.2.1 SOLS

5.2.1.1 Nature des terrains rencontrés

La réalisation des sondages a permis de mettre en évidence l'étagement lithologique moyen suivant (*voir coupes des sondages en annexe 2*) :

- de 0,0 à 0,05/0,2 m : graviers ou béton,
- de 0,05/0,2 à 3,8/6 m : remblais limoneux marron (zones remblayées) ou limons sableux ou argileux marron (zones non remblayées),
- de 3,8/6 à 7 m : calcaire,
- de 7 à 10,1 m : argiles.

Lors de la réalisation de ces sondages, des odeurs d'hydrocarbures ont été détectées sur les sondages suivants :

- S1 localisé au droit de l'ancien réservoir SP98, entre 4,2 et 4,5 m de profondeur (odeur moyenne à forte),
- S2 localisé au droit de l'ancien séparateur à hydrocarbures, entre 1,2 et 2,5 m de profondeur (odeur moyenne).

Aucun constat organoleptique caractéristique d'une pollution n'a été effectué sur les autres sondages.

Le refus des sondages sur le terrain naturel a été observé à 3,8 m (sondage S2) et à 5,7 m (sondage S1) de profondeur.

D'autre part, lors de la réalisation des sondages, aucune arrivée d'eaux souterraines n'a été observée jusqu'à 10,1 m de profondeur.

5.2.1.2 Résultats des analyses de sols

Les résultats des analyses de sols (voir les rapports d'essai en *annexe 7*) sont présentés dans les tableaux suivants.

- **Hydrocarbures C5 à C40**

Sondages du 24/07/08	Profondeur	Indice hydrocarbure aliphatique (C5-C10)	Indice hydrocarbure (C10-C40)	Somme des indices hydrocarbure : hydrocarbures C5 à C40
	(m)			
S1	0,0-4,2	< 10	< 10	< 10
S1	4,2-4,5	< 10	480	480
S1	4,5-5,7	< 10	780	780
S2	0,05-1,2	< 10	< 10	< 20
S2	1,2-2,5	82	< 10	82
S2	2,5-3,8	< 10	< 10	< 20
S3	0,15-3,0	< 10	< 10	< 20
T2	0,0-0,5	< 10	< 10	< 20
Remblais	0,0-3,0	< 10	< 10	< 20

Les répartitions des chaînes carbonées sur les échantillons S1 (4,2-4,5 m) et S2 (1,2-2,5 m) sont les suivantes :

Sondages du 24/07/08			S1	S2
Profondeur (m)			4,2-4,5	1,2-2,5
Répartition des chaînes carbonées (mg/kg MS)	Fraction aliphatique	C6-C8	< 20	36,9
		C8-C10	< 20	< 20
		C10-C12	< 20	< 20
		C12-C16	< 20	< 20
		C16-C21	< 20	< 20
		C21-C35	258	< 20
		C35-C40	34,8	< 20
	Fraction aromatique	C6-C8	< 1	< 1
		C8-C10	< 1	6,57
		C10-C12	10,7	30
		C12-C14	< 1	< 1
		C14-C16	< 1	< 1
		C16-C21	< 1	< 1
		C21-C35	< 1	< 1
	C35-C40	< 1	< 1	
Somme des Indices hydrocarbures : hydrocarbures C6 à C35			304	73,5

Les résultats des analyses en hydrocarbures C5 à C40 ont permis de mettre en évidence dans les sols :

- ✓ des teneurs significatives en hydrocarbures C10-C40 dans la zone de pollution résiduelle de l'ancien réservoir de SP98 pour le sondage S1 (teneurs en hydrocarbures C5-C10 toutes inférieures à la limite de quantification), entre 4,5 et 5,7 m de profondeur, caractérisée par la présence majoritaire d'hydrocarbures aliphatiques à chaînes longues C21 à C35 et la présence notable d'hydrocarbures aromatiques C10-C12. Cette pollution n'a pas été délimitée verticalement (refus du sondage à 5,7 m de profondeur),
- ✓ une teneur faible en hydrocarbures C5-C10 (hydrocarbures de type essence) dans la zone de pollution résiduelle de l'ancien séparateur à hydrocarbures pour le sondage S2 (teneurs en hydrocarbures C10-C40 inférieure à la limite de quantification), entre 1,2 et 2,5 m de profondeur,
- ✓ des teneurs en hydrocarbures C5 à C40 toutes inférieures à la limite de quantification pour les autres échantillons analysés.

• **Hydrocarbures aromatiques monocycliques (BTEX)**

Sondage du 24/07/08	Profondeur	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	Xylènes
	(m)	(mg/kg MS)			
S1	0,0-4,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
S1	4,2-4,5	< 0,2	< 0,1	0,1	0,5
S1	4,5-5,7	< 0,2	< 0,1	0,2	1,1
S2	0,05-1,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
S2	1,2-2,5	< 0,1	< 0,1	0,3	2,3
S2	2,5-3,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
S3	0,15-3,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
T2	0,0-0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2
Remblais	0,0-3,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,2

Les résultats des analyses en BTEX ont permis de mettre en évidence dans les sols :

- ✓ des teneurs en xylènes significatives dans les zones de pollution résiduelles (S2 entre 1,2 et 2,5 m et S1 entre 4,2 et 5,7 m de profondeur), et des teneurs inférieures à la limite de quantification pour les autres échantillons analysés,
- ✓ des teneurs en benzène, toluène et éthylbenzène toutes proches ou inférieures aux limites de quantification.

Une cartographie des teneurs en hydrocarbures C5 à C40 et en BTEX dans les sols à l'issue de ces investigations est présentée en *annexe 2 : figure 3*.

• **Paramètres de définition du sous-sol : pH, Carbone Organique Total (COT) et granulométrie**

Sondage du 24/07/08		Remblais	
Profondeur (m)		0,0-3,0	
pH		7,8	
COT		0,78	
Granulométrie	Sables grossiers	%	21,37
	Sables fins		7,82
	Limons grossiers		10,31
	Limons fins		14,89
	Argiles		45,61

Les résultats mettent en évidence dans les remblais un taux de COT faible d'environ 0,8 % et des sols légèrement basiques.

D'après le diagramme de classification détaillée des textures, les résultats de l'analyse granulométrique mettent en évidence un sol argileux (légèrement sableux et limoneux) sur l'échantillon de remblais analysé avec des proportions respectives d'argiles, sables et limons d'environ 46 %, 29 % et 25 %.

5.2.2 AIR DU SOL

Les résultats des analyses d'air du sol sont présentés dans les tableaux suivants (voir rapports d'essai en *annexe 7*) :

Prélèvements		23 et 24 juillet 2008				02 septembre 2008	
		AS1	AT1	AS2	AT2	AS2	AT2
Profondeur des prélèvements		3,5 m	1,5 m	3,5 m	1,5 m	3,5 m	1,5 m
Indice hydrocarbures C5-C12		110,70	6,56	658,45	355,69	129,34	2,35
Répartition des hydrocarbures C5-C10	C5	1,94	0,17	101,63	52,93	35,27	0,44
	C6	16,33	0,19	146,09	76,22	39,68	0,73
	C7	58,48	0,55	124,92	6,35	29,39	0,59
	C8	10,08	1,08	101,63	55,05	16,17	0,44
	C9	12,70	0,51	65,63	33,88	6,61	< 0,15
	C10	7,86	0,76	57,16	21,17	2,06	0,15
	C11	3,02	1,06	48,70	31,76	0,29	< 0,15
	C12	0,75	2,33	16,51	27,52	1,76	< 0,15
Benzène		20,16	< 0,01	1,46	0,39	-	-
Toluène		0,48	< 0,01	0,19	0,09	-	-
Ethylbenzène		1,71	0,01	9,10	2,54	-	-
Xylènes		5,99	0,03	23,23	7,87	-	-

Prélèvements				23 et 24 juillet 2008		02 septembre 2008
				AT1	AT2	AT2
Profondeur des prélèvements				1,5 m	1,5 m	1,5 m
Répartition des chaînes carbonées (TPH)	Aliphatiques	C5-C6	mg/m ³	< 0,30	Saturation du tube	16,27
		> C6-C8		4,32		36,40
		> C8-C10		6,62		< 8,57
		> C10-C12		7,19		< 8,57
		> C12-C16		3,21		< 17,13
	Aromatiques	> C6-C8		< 0,15		< 2,14
		> C8-C10		0,42		< 4,28
		> C10-C12		1,47		< 4,28
		> C12-C16		< 0,60		< 8,57

Ces résultats d'analyses ont mis en évidence :

- au droit de la zone de pollution résiduelle du réservoir de SP98 (AS1 et AT1) :
 - ✓ des teneurs en hydrocarbures C5 à C12 significatives, représentées majoritairement par des hydrocarbures C6 à C12 aliphatiques,
 - ✓ une teneur en benzène significative pour AS1 (teneur inférieure à la limite de quantification pour AT1), et des teneurs en toluène, éthylbenzène et xylènes faibles voire inférieures aux limites de quantification,
- au droit de la zone de pollution résiduelle du séparateur à hydrocarbures (AS2 et AT2) :
 - ✓ des teneurs élevées en hydrocarbures C5 à C12 dans l'échantillon d'air du sol T2 prélevé en juillet 2008 à 1,5 m de profondeur (saturation du charbon actif Supelco Orbo 32 : résultats inexploitable concernant l'analyse C5 à C12),
 - ✓ des teneurs en hydrocarbures C5 à C12 significatives à élevées dans l'échantillon d'air du sol T2 prélevé en septembre 2008 à 1,5 m de profondeur, représentées par des hydrocarbures C5 à C8 majoritairement aliphatiques,
 - ✓ des teneurs en éthylbenzène et en xylènes significatives et des teneurs en benzène et toluène faibles.

6. SCHÉMA CONCEPTUEL

Il ne peut y avoir un risque pour la santé des populations que s'il y a concomitance d'un danger, d'une voie de transfert et d'une cible.

Le schéma conceptuel synthétise les différents dangers, les voies de transfert potentielles et les cibles exposées en fonction du scénario d'aménagement futur envisagé.

6.1 SUBSTANCES DANGEREUSES

Les substances dangereuses mises en évidence dans les sols et l'air du sol à l'issue des travaux de dépollution (fonds et flancs de fouilles) et lors des investigations complémentaires sont les suivantes :

- les hydrocarbures C10-C40,
- les hydrocarbures volatils C5 à C10,
- les hydrocarbures aromatiques monocycliques (benzène et xylènes notamment).

6.2 ENJEUX

6.2.1 USAGE FUTUR DES SOLS AU DROIT DU SITE

Le passage d'une canalisation d'eau potable ne sera pas considérée (hypothèse d'un confinement de la canalisation par rapport aux sols pollués).

L'usage futur du site n'étant actuellement pas déterminé, la quantification des risques sera réalisée pour les deux scénarios suivants d'usage ultérieur :

- scénario 1 : immeuble collectif à usage d'habitation (parking souterrain et espaces verts),
- scénario 2 : maisons individuelles avec jardin (sans potager).

Ainsi, la zone de pollution résiduelle au droit de l'ancien réservoir SP98 au Sud du site est considérée localisée à l'emplacement du futur bâtiment (hypothèse majorante).

Aucune construction n'est considérée au droit de la zone de pollution résiduelle de l'ancien séparateur à hydrocarbures située en limite de propriété et en bordure de l'avenue André Maginot (présence de parkings ou espaces verts).

Sur la base de ces considérations, les enjeux potentiels sont représentés par la population générale (adultes et enfants) habitant sur le site et exposée aux substances dangereuses via l'inhalation d'air (vapeurs) à l'extérieur et à l'intérieur des logements.

6.2.2 USAGES DES EAUX SOUTERRAINES

D'après le contexte environnemental réalisé en mars 2005 et réactualisé dans le cadre de cette étude, les eaux souterraines sont présentes au droit du site au-delà de 10 m de profondeur.

Aucune arrivée d'eaux souterraines n'a en effet été observée jusqu'à 10,1 m de profondeur lors des investigations.

Les eaux souterraines peuvent constituer une voie de transfert possible de la pollution vers les captages situés en aval hydraulique (ouvrages à usages sensibles : AEP, agricole, inconnu), vers l'air intérieur des logements (dégazage de la nappe) et vers les eaux superficielles (*la Loire*).

Toutefois, au regard de la profondeur des eaux souterraines et de la présence d'une alternance de calcaire et d'argiles à partir d'environ 6 m, ces dernières ne sont pas supposées impactées par les zones de pollution résiduelle dans les sols.

Ainsi, les usages liés à cette voie d'exposition peuvent être écartés.

6.2.3 USAGE DES EAUX SUPERFICIELLES

Des usages halieutiques et récréatifs sont recensés à partir d'environ 2 km au Sud du site, en aval hydraulique, dans le fleuve *la Loire*, les eaux superficielles étant en liaison avec les eaux souterraines.

Toutefois, aucun impact des pollutions résiduelles n'étant suspecté dans les eaux souterraines et compte tenu du débit important des eaux superficielles à 2 km, les usages liés à cette voie d'exposition peuvent être écartés.

6.2.4 ZONES NATURELLES REMARQUABLES

Il existe une Zone Natura 2000 (ZPS et SIC) dans la Vallée de *la Loire* à environ 2 km au Sud, en aval hydraulique du site.

Toutefois, aucun impact des pollutions résiduelles n'étant suspecté dans les eaux souterraines et compte tenu du débit important des eaux superficielles à 2 km, les usages liés à cette voie d'exposition peuvent être écartés.

6.3 VECTEURS POTENTIELS

Afin de relier les sources de dangers (substances polluantes) et les enjeux mis en évidence, des vecteurs sont nécessaires.

Compte tenu de la localisation des zones présentant des teneurs résiduelles dans les sols en profondeur, les sols ne sont pas retenus comme vecteur de pollution dans cette étude (absence de contact direct avec les sols pollués).

Ainsi, un seul vecteur potentiel est retenu dans cette étude. Il s'agit de l'air à l'extérieur et à l'intérieur du bâtiment susceptible de véhiculer les polluants volatils.

Le comportement des différents polluants dans l'air ainsi que leurs paramètres physico-chimiques sont présentés en **annexe 4**.

6.4 SCHEMA CONCEPTUEL

Les schémas conceptuels présentés ci-dessous reprennent les différentes sources de dangers, vecteurs et populations exposées et représentent leurs liens mettant ainsi en évidence les risques potentiels compte tenu des deux scénarios envisagés pour l'usage futur du site.

Zones polluées

Voie d'exposition

Voie d'exposition écartée

Enjeu

Voie de transfert

Voie de transfert écartée

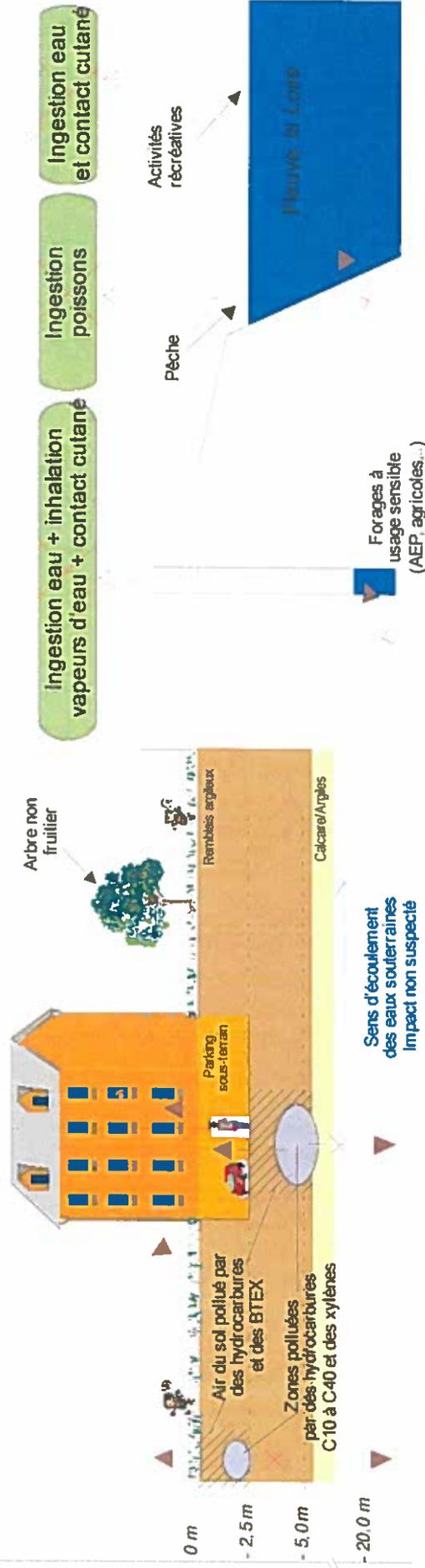
Ancienne station-service
Futur usage considéré : immeuble collectif à usage d'habitation (scénario 1)

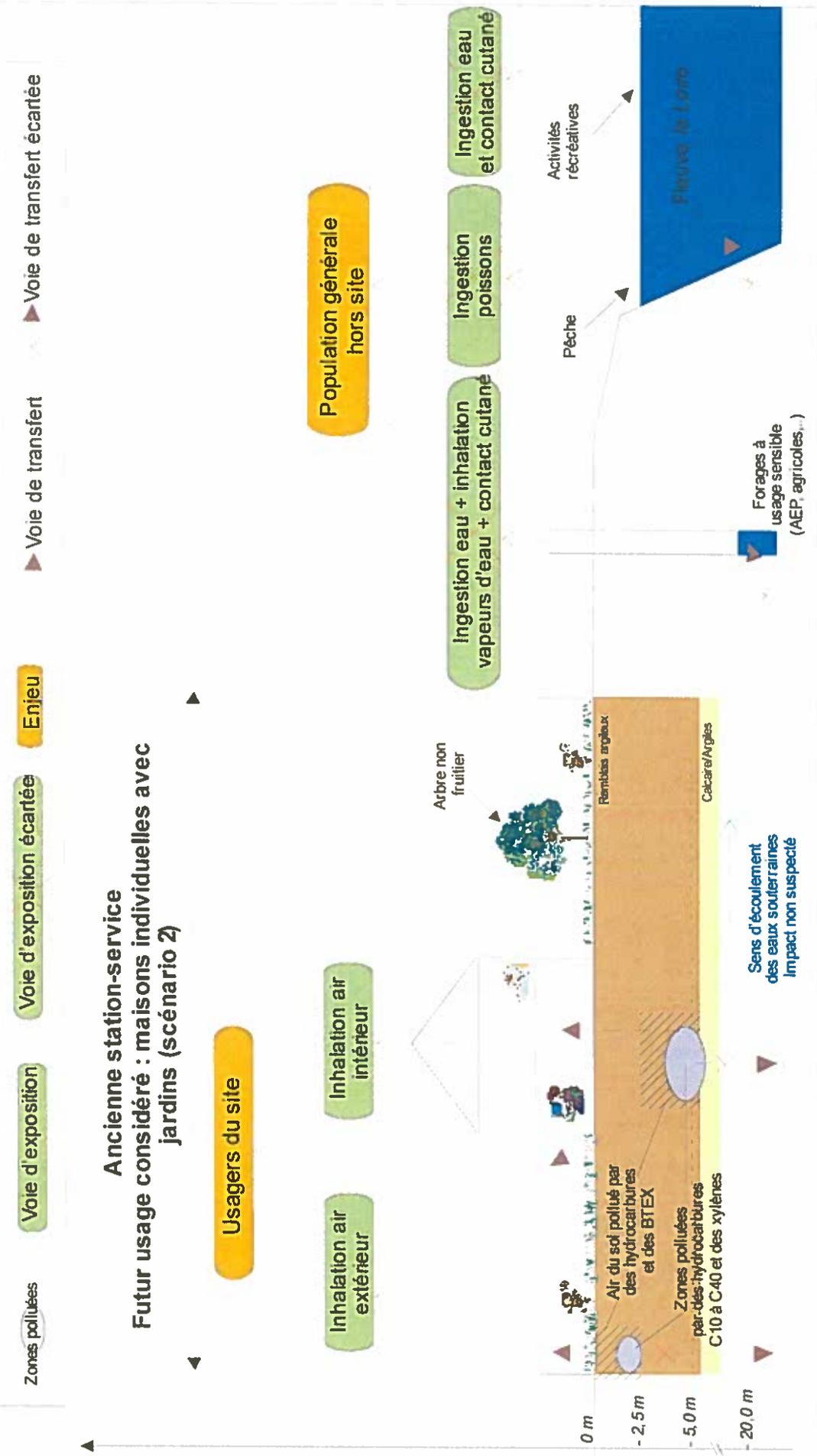
Usagers du site

Inhalation air extérieur

Inhalation air intérieur

Population générale hors site





7. ANALYSE DES RISQUES RÉSIDUELS

7.1 PRINCIPES ET OBJECTIFS

A la suite des schémas conceptuels ayant caractérisé les voies d'exposition pour la population exposée aux sources de pollution résiduelles, une Analyse des Risques Résiduels (ARR) est réalisée afin de vérifier l'absence de risque encouru par la population compte tenu des deux usages futurs considérés.

L'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires est une méthode d'analyse structurée où les éléments d'informations disponibles en l'état actuel des connaissances scientifiques sont collectés, ordonnés et évalués afin de quantifier les risques d'une manière transparente.

La démarche d'évaluation des risques comprend quatre étapes :

- **l'identification des dangers** qui consiste à identifier des effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme,
- **l'évaluation du rapport dose (concentration)-réponse (effets)**, estimation de la relation entre la dose ou le niveau d'exposition à une substance et l'incidence et la gravité de cet effet,
- **l'évaluation de l'exposition** consistant à déterminer les voies de passage du polluant de la source vers les populations exposées ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition,
- **la caractérisation des risques** correspondant 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 quantitative du risque. Les incertitudes sont évaluées qualitativement en fonction de leur caractère majorant ou minorant et les résultats interprétés.

D'autre part, elle est réalisée en appliquant quatre principes :

- **le principe de précaution**, principe « selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable »,
- **le principe de proportionnalité**, veillant à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude, l'importance de la pollution et son incidence prévisible,
- **le principe de spécificité**, assurant la pertinence de l'étude par rapport à l'usage et aux caractéristiques du site et de son environnement,
- **le principe de transparence** impliquant que les choix des hypothèses, des outils à utiliser et du degré d'approfondissement nécessaires soient expliqués et cohérents afin que la logique du raisonnement puisse être suivie et discutée par les différentes parties intéressées et que l'objectif de transparence des termes de la conclusion de l'étude soit respecté.

7.2 IDENTIFICATION DES DANGERS ET EVALUATION DU RAPPORT DOSE-REPONSE

7.2.1 METHODOLOGIE

L'ensemble des substances détectées dans les sols et l'air du sol lors des investigations de terrain est pris en compte dans l'évaluation des risques.

Les substances les plus pertinentes sont sélectionnées afin de quantifier les risques encourus par les populations. Elles sont choisies en fonction de :

- leurs concentrations dans les différents milieux mesurées lors des investigations de terrain,
- leurs propriétés physico-chimiques : mobilité, dégradation dans l'environnement, bioaccumulation,...
- leur toxicité systémique,
- leur potentiel cancérigène.

Les valeurs toxicologiques de référence utilisées pour évaluer le rapport dose-réponse sont sélectionnées à partir des bases de données suivantes conformément à la circulaire du 30 mai 2006¹, en fonction de leur adéquation avec les expositions considérées dans l'étude (durée d'exposition, voie d'exposition) et de leur provenance :

- INRS, fiches toxicologiques de l'Institut National de la Recherche et de la Sécurité, www.inrs.fr
- INERIS, fiches de données toxicologiques et environnementales : <http://www.ineris.fr/recherches/fiches/fiches.htm>
- ATSDR, série de monographies publiées par l'ATSDR : <http://www.atsdr.CDC.gov>
- TERA, Toxicology Excellence for Risk Assessment, ONG (USA) <http://www.tera.org/iter>
- IRIS, banque de données factuelle produite par l'EPA, <http://www.epa.gov/iris>
- OMS, valeurs guides de l'OMS, <http://www.who.dk>
- travaux du TPHCWG (TPHCWG, 1997)².

¹ Circulaire 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.

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

Le caractère cancérigène est décrit à partir des classifications des organismes internationaux :

- classification du centre International de Recherche sur le Cancer (OMS/CIRC/IARC) :
 - Groupe 1 : l'agent (ou la substance) est cancérigène pour l'homme.
 - Groupe 2A : l'agent (ou la substance) est probablement cancérigène pour l'homme. Il existe des indices limités chez l'homme et des indices suffisants chez l'animal de laboratoire.
 - Groupe 2B : l'agent (ou la substance) pourrait être cancérigène pour l'homme.
 - Groupe 3 : l'agent (ou la substance) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme.
 - Groupe 4 : l'agent (ou la substance) n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.
- classification de l'EPA :
 - Classe A : substance cancérigène pour l'homme.
 - Classe B1 : substance probablement cancérigène pour l'homme. Des données limitées chez l'homme sont disponibles.
 - Classe B2 : substance probablement cancérigène chez l'homme. Il existe des preuves suffisantes chez l'animal et des preuves non adéquates ou pas de preuves chez l'homme.
 - Classe C : cancérigène possible pour l'homme.
 - classe D : substance non classable quant à sa cancérogénicité pour l'homme.
 - Classe E : substance pour laquelle il existe des preuves de non cancérogénicité pour l'homme.

7.2.2 SELECTION DES SUBSTANCES CONSIDEREES

Au regard des résultats analytiques concernant les zones de pollution résiduelle, des propriétés physico-chimiques (la volatilité notamment) et de la toxicité des différents polluants par inhalation et par application du principe de spécificité de la quantification des risques, les substances retenues dans cette étude sont les suivantes :

- les hydrocarbures aliphatiques C5 à C12,
- les hydrocarbures aromatiques >C8 à C12,
- le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes correspondant aux hydrocarbures aromatiques C6-C8.

Les hydrocarbures >C12 à C40 ne sont pas retenus dans cette étude. Les hydrocarbures >C12 à C40 sont peu volatils. De plus, les teneurs en hydrocarbures C12-C16 sont toutes inférieures aux limites de quantification et aucune VTR inhalation n'est disponible dans la littérature pour les hydrocarbures >C16 à C40.

7.2.3 VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE (VTR)

Les VTR retenues pour la quantification des risques sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Substance	VTR choisis		Effet	Source
	Avec seuil (mg/m ³)	Sans seuil (mg/m ³) ¹		
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	18,4	-	Neurotoxicité	TPHWG, 1997
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	18,4	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1	-	Changements hépatiques et hématologiques	
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	1	-		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	0,2	-	Perte de poids	
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	0,2	-		
Benzène	0,03	0,0078	Avec seuil : diminution du taux de lymphocytes Sans seuil : leucémie	USEPA, 2003 USEPA, 1998
Toluène	5	-	Troubles de la vision et de l'audition	ATSDR, 2000
Ethylbenzène	1	-	Effets toxiques sur le foie, les reins, la rate et sur la reproduction	USEPA, 1991
Xylènes	0,435	-	Effets neurotoxiques	ATSDR, 1995

Une synthèse bibliographique concernant la toxicité des polluants et le choix des VTR est présentée en **annexe 5**.

7.3 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

Cette étape permet, à partir des concentrations des substances retenues mesurées dans l'environnement, de déterminer leurs concentrations dans chaque milieu d'exposition et de calculer des Doses Journalières d'Exposition (DJE).

Le calcul des Doses Journalières d'Exposition nécessite de déterminer les concentrations en polluants présentes dans chaque milieu d'exposition.

7.3.1 DEFINITION DU SCENARIO D'EXPOSITION

7.3.1.1 Caractéristiques du bâtiment

- Scénario 1 : immeuble collectif à usage d'habitation (parking souterrain et espaces verts)

Les caractéristiques du bâtiment sont les suivantes :

- bâtiment construit avec un sous sol comportant une dalle béton de 10 cm d'épaisseur,
- dimensions du bâtiment : longueur 10 m, largeur 10 m, superficie 100 m²,
- dimensions supposées du souterrain au droit des zones polluées : longueur 10 m, largeur 10 m, superficie 100 m², 3 m de hauteur,
- taux de renouvellement d'air le bâtiment (maison et parking) de 0,25 fois/heure.

➤ Scénario 2 : maisons individuelles avec jardin (sans potager)

Les caractéristiques du bâtiment sont les suivantes :

- bâtiment construit sur une dalle béton de 10 cm d'épaisseur,
- dimensions supposées de la pièce au droit de la zone polluée : longueur 3 m, largeur 4 m, superficie 12 m², 2,88 m de hauteur,
- taux de renouvellement d'air dans le bâtiment de 0,25 fois/heure.

7.3.1.2 Budget espace-temps

Au regard du scénario considéré, le budget espace-temps des populations est le suivant :

- les adultes passent en moyenne 19 heures par jour et 330 jours par an sur leur lieu de résidence (y compris le parking souterrain) dont une heure à l'extérieur du logement, le taux d'exposition annuel total à l'intérieur du logement est donc égal à :

$$F_{int} = \frac{18h \times 330 jr}{24h \times 365 jr}$$

- les enfants passent en moyenne 19h50 par jour sur leur lieu de résidence (y compris le parking souterrain) dont 1 heure à l'extérieur du logement, le taux d'exposition annuel total à l'intérieur du logement est donc égal à :

$$F_{int} = \frac{18,83h \times 330 jr}{24h \times 365 jr}$$

- les adultes et les enfants passent en moyenne une heure par jour à l'extérieur, le taux d'exposition annuel est donc égal à :

$$F_{ext} = \frac{1h \times 330 jr}{24h \times 365 jr}$$

- le nombre d'années d'exposition sur le lieu de résidence est de 30 ans, 6 ans en tant qu'enfant et 24 ans en tant qu'adulte.

L'ensemble des paramètres liés à l'exposition est repris dans le tableau en **annexe 6**.

7.3.2 CONCENTRATIONS DES POLLUANTS DANS LES MILIEUX D'EXPOSITION

Les concentrations dans les milieux d'exposition sont issues :

- concernant l'air intérieur du bâtiment : de la modélisation réalisée à partir des teneurs résiduelles maximales dans l'air du sol mises en évidence en juillet 2008 au droit de l'ancien réservoir de SP98 à 3,5 m de profondeur (scénario 1) ou à 1,5 m de profondeur (scénario 2),
ou car pas de garage
- concernant l'air extérieur : de la modélisation réalisée à partir des teneurs résiduelles maximales dans les sols et l'air du sol mises en évidence en décembre 2006 (voir rapport SERPOL n°5305) et en juillet et septembre 2008 au droit de l'ancien réservoir de SP98 et de l'ancien séparateur à hydrocarbures.

Compte tenu de la dissimilitude des résultats d'analyses d'échantillons d'air du sol de juillet et septembre 2008 au droit de l'ancien séparateur à hydrocarbures (AS2, AT2), les teneurs prises en compte pour la quantification des risques sont les teneurs maximales (hypothèse majorante).

De plus, pour le calcul de la concentration dans l'air intérieur du logement, on suppose (par hypothèse majorante) :

- que l'aire de la zone polluée est identique à l'aire du parking souterrain (scénario 1) ou d'une pièce de la maison (scénario 2),
- l'absence de dilution entre l'air intérieur du parking et celui du logement (scénario 1).

Substance	Prélèvements représentatifs		Concentration dans les sols (mg/kg MS)	Concentration dans l'air du sol (mg/m ³)		
	Intérieur	Extérieur scénario 1 et 2		Intérieur scénario 1	Intérieur scénario 2	Extérieur scénario 1 et 2
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	Air du sol : - scénario 1 : AS1 - scénario 2 : AT1	Sols : S2 (1,2-2,5) Air du sol : AS2 juillet	45,10	1,65	0,10	246,26
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8			36,90	23,68	1,40	194,03
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10			20 (LQ)	36,32	2,15	61,40
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12		Sols : S2 (1,2-2,5) Air du sol : AS1	20 (LQ)	39,45	2,34	39,45
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8		Sols : S2 (1,2-2,5) Air du sol : AS2 juillet	1 (LQ)	0,82	0,05	33,98
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10			6,57	2,30	0,14	61,40
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12			30,00	8,06	0,48	32,61
Benzène		Sols : S2 (1,2-2,5) Air du sol : AS1	0,1 (LQ)	20,16	0,01 (LQ)	20,16
Toluène			0,1 (LQ)	0,48	0,01 (LQ)	0,48
Ethylbenzène		Sols : S2 (1,2-2,5) Air du sol : AS2 juillet	0,30	1,71	0,01	9,10
Xylènes		Sols : Ft7-1 (0-1,2)* Air du sol : AS2 juillet	10,50	5,99	0,03	23,23

LQ : Limite de quantification

* Echantillons de sols prélevés en flanc de fouille à l'issue des travaux de démantèlement de décembre 2006 - voir rapport SERPOL

En l'absence de teneur en hydrocarbures aliphatiques C5-C6 dans l'analyse TPH de l'échantillon de sols S2 (1,2-2,5), la teneur considérée est l'indice hydrocarbure aliphatique C5-C10 moins l'indice aliphatique >nC6-C8 (hypothèse majorante).

La répartition des fractions carbonées est calculée à partir de l'analyse de répartition des chaînes carbonées TPH. En l'absence d'analyse TPH (cas des prélèvements AS2 et AT2 de juillet : résultats inexploitable), une proportion de 50 % d'hydrocarbures aromatiques et de 50 % d'hydrocarbures aliphatiques a été prise en compte (hypothèse majorante).

Les équations permettant le calcul des concentrations dans l'air intérieur du bâtiment sont issues du modèle de transfert Johnson & Ettinger développé par l'USEPA. Ce modèle prend en compte les phénomènes de diffusion et de convection, dont le rôle et l'importance respectifs sont fonction des caractéristiques du site et du bâtiment (USEPA, 2004)³.

Les équations décrivant le transfert des polluants organiques vers l'air extérieur sont issues du modèle RISC-HUMAN. Ce modèle est développé par un institut Hollandais (The Van Hall Institute) et les équations de transfert utilisées sont décrites dans le modèle CSOIL développé par le Ministère chargé de l'Environnement des Pays-Bas (RIVM, 1994)⁴. Ce modèle considère uniquement les phénomènes de diffusion au travers du sol et est basé sur les équations de flux développées par Jury (Jury, 1980)⁵, (Jury, 1990)⁶. CSOIL émet l'hypothèse d'un équilibre entre les concentrations dans le sol, l'eau du sol et l'air du sol pour calculer les concentrations dans ces trois phases du sol. Un flux de polluant de l'air ou l'eau du sol vers la surface est alors déterminé.

³ USEPA, 2004 - User's guide for evaluating subsurface vapour intrusion into buildings

⁴ RIVM 1994 - National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilhoven, The Netherlands - Human Exposure to soil contamination: a qualitative and quantitative analysis towards proposals for human toxicological intervention values - Report n°725201011 - jan 1994

⁵ Jury W.A., Groven R., Spencer W.F., Farmer W.J., 1980. Modelling vapor losses of soil - Incorporated Triallate. Soil Sci.Soc. Am. J., Vol 44, pp 445-450.

⁶ Jury W.A., Russo D., Streile G., Hesham E.A., 1990. Evaluation of organic chemicals residing below the soil surface. Water resources research, 26 (1), pp 13-20.

Les paramètres utilisés pour la modélisation (voir en **annexe 6**) sont issus préférentiellement des données obtenues sur site ou localement (caractéristiques du sol, météorologie locale,...) et du scénario envisagé et, à défaut, de données issues de la littérature.

Les concentrations dans les milieux d'exposition sont présentées dans le tableau suivant :

Substance	Concentrations dans les milieux d'exposition (teneurs modélisées)			
	Air intérieur (µg/m ³)		Air extérieur (µg/m ³)	
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1 et 2	
	Adultes et enfants	Adultes et enfants	Adultes	Enfants
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	9,63E-02	2,46E-02	7,64E+02	1,66E+03
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	1,38E+00	3,45E-01	5,25E+02	1,14E+03
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	2,12E+00	5,29E-01	1,49E+02	3,25E+02
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	2,30E+00	5,76E-01	4,32E+01	9,41E+01
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	1,34E-01	3,45E-02	8,59E+00	1,87E+01
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	4,70E-01	1,18E-01	7,67E+00	1,67E+01
Benzène	1,17E+00	2,41E-03	2,88E-01	6,26E-01
Toluène	2,80E-02	2,40E-03	2,62E-01	5,69E-01
Ethylbenzène	9,95E-02	2,34E-03	7,37E-01	1,60E+00
Xylènes	3,48E-01	6,91E-03	1,39E+01	3,02E+01

Scénario 1 : immeuble collectif à usage d'habitation (parking souterrain et espaces verts)

Scénario 2 : maisons individuelles avec jardin (sans potager)

7.3.3 DOSE JOURNALIERE D'EXPOSITION

Les Doses Journalières d'Exposition sont calculées à partir des concentrations dans les milieux d'exposition et du scénario d'exposition considéré.

La Dose Journalière d'Exposition (DJE) est la quantité moyenne journalière de polluant à laquelle est soumis un individu. Elle est exprimée par :

$$DJE = Ca \times F$$

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

Ca : Concentration dans l'air intérieur du bâtiment ou dans l'air extérieur (mg/m³)

F : Taux d'exposition annuel défini par le scénario d'exposition

7.4 CARACTERISATION DES RISQUES POUR LA SANTE

7.4.1 METHODOLOGIE

La caractérisation des risques est une quantification des risques en comparant les VTR et les DJE. Elle est réalisée en distinguant les effets avec ou sans seuil.

Les effets à seuil sont les effets qui surviennent au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. L'intensité des effets croît avec l'augmentation de la dose administrée. Ce sont principalement les effets non cancérigènes qui sont classés dans cette famille.

Les effets sans seuil sont les effets qui apparaissent quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose et la durée d'exposition mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. Cette famille concerne principalement les effets cancérigènes génotoxiques.

7.4.1.1 Quotient de Danger (effets à seuil)

La caractérisation des risques pour les effets à seuil s'exprime pour chaque substance et chaque voie d'exposition par un Quotient de Danger (QD). Celui-ci s'exprime par la formule suivante :

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

DJE : Dose journalière d'exposition en mg/m³

VTR : Valeur Toxicologique de Référence en mg/m³ issue des bases de données toxicologiques.

Lorsque le Quotient de Danger QD est inférieur à 1, le risque est considéré comme acceptable (valeur repère de risque).

Cette formule ne renseigne pas sur l'effet résultant de l'exposition à un mélange de substances. Les connaissances dans ce domaine sont limitées et on ne dispose pas de règles générales de prise en compte des effets combinés de plusieurs substances. La pratique reconnue par le Ministère en charge de l'Environnement est d'additionner les quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action sur le même organe cible.

Dans cette étude, en première approximation, les quotients de danger toutes substances et voies d'exposition confondues sont additionnés.

7.4.1.2 Excès de Risque Individuel (effets sans seuil)

La caractérisation des risques liés à une exposition à des effets sans seuil s'exprime pour chaque substance et chaque voie d'exposition par un Excès de Risque Individuel (ERI) représentant la probabilité que l'utilisateur a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée. Il s'exprime par la formule suivante :

$$ERI = DJE \times ERU \times \frac{T}{Tm}$$

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

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

T : durée d'exposition (en années)

Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (en années). Pour les polluants avec effets sans seuil, *Tm* est assimilé à la durée de vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans, soit *Tm*=70).

Compte tenu de la présence d'adultes et d'enfants au droit du site, un ERI vie entière est calculé, en supposant une personne habitant dans le logement pendant 6 ans en tant qu'enfant puis pendant 24 ans en tant qu'adulte (hypothèse majorante) :

$$ERIVie - entière = (DJE_{enfant} \times \frac{6}{70} + DJE_{adulte} \times \frac{24}{70}) \times ERU$$

D'après la politique nationale en matière de sites et sols pollués, on considère qu'un excès de risque inférieur à 10^{-5} , toutes substances confondues, est acceptable (c'est-à-dire l'apparition d'un cas sur une population de 100 000 habitants).

7.4.2 RESULTATS

Les quotients de danger pour les effets avec seuil sont présentés dans les tableaux suivants :

- Scénario 1 : immeuble collectif à usage d'habitation (parking souterrain et espaces verts)

Substance	Quotient de Danger (scénario 1)					
	Adultes		Enfants		Somme adultes	Somme enfants
	Air intérieur	Air extérieur	Air intérieur	Air extérieur		
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	3,55E-06	1,56E-03	3,71E-06	3,40E-03	1,57E-03	3,40E-03
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	5,09E-05	1,07E-03	5,32E-05	2,33E-03	1,13E-03	2,39E-03
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1,44E-03	5,61E-03	1,50E-03	1,22E-02	7,05E-03	1,37E-02
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	1,56E-03	1,63E-03	1,63E-03	3,54E-03	3,18E-03	5,18E-03
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	4,54E-04	1,62E-03	4,75E-04	3,52E-03	2,07E-03	4,00E-03
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	1,59E-03	1,44E-03	1,67E-03	3,15E-03	3,04E-03	4,81E-03
Benzène	2,64E-02	3,62E-04	2,77E-02	7,86E-04	2,68E-02	2,85E-02
Toluène	3,80E-06	1,97E-06	3,97E-06	4,29E-06	5,77E-06	8,26E-06
Ethylbenzène	6,75E-05	2,78E-05	7,06E-05	6,03E-05	9,52E-05	1,31E-04
Xylènes	5,42E-04	1,20E-03	5,67E-04	2,62E-03	1,75E-03	3,18E-03
	Somme totale				4,67E-02	6,53E-02

- Scénario 2 : maisons individuelles avec jardin (sans potager)

Substance	Quotient de Danger (scénario 2)					
	Adultes		Enfants		Somme adultes	Somme enfants
	Air intérieur	Air extérieur	Air intérieur	Air extérieur		
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	9,07E-07	1,56E-03	9,48E-07	3,40E-03	1,57E-03	3,40E-03
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	1,27E-05	1,07E-03	1,33E-05	2,33E-03	1,09E-03	2,35E-03
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	3,59E-04	5,61E-03	3,75E-04	1,22E-02	5,97E-03	1,26E-02
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	3,91E-04	1,63E-03	4,09E-04	3,54E-03	2,02E-03	3,95E-03
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	1,17E-04	1,62E-03	1,22E-04	3,52E-03	1,73E-03	3,64E-03
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	4,00E-04	1,44E-03	4,19E-04	3,15E-03	1,84E-03	3,56E-03
Benzène	5,45E-05	3,62E-04	5,70E-05	7,86E-04	4,16E-04	8,43E-04
Toluène	3,25E-07	1,97E-06	3,40E-07	4,29E-06	2,30E-06	4,63E-06
Ethylbenzène	1,59E-06	2,78E-05	1,66E-06	6,03E-05	2,94E-05	6,19E-05
Xylènes	1,08E-05	1,20E-03	1,13E-05	2,62E-03	1,21E-03	2,63E-03
	Somme totale				1,59E-02	3,31E-02

Concernant les effets avec seuil, les résultats mettent en évidence des quotients de danger (QD) tous inférieurs à 1.

La somme des QD pour toutes substances et voies d'exposition confondues est également inférieure à 1.

Les excès de risque individuel pour les effets sans seuil sont présentés dans le tableau suivant :

Substance	Excès de Risque Individuel vie entière		
	Air intérieur	Air extérieur	Somme
Benzène (scénario 1)	2,68E-06	4,48E-08	2,72E-06
Benzène (scénario 2)	5,51E-09	4,48E-08	5,03E-08

Les résultats mettent en évidence des Excès de Risque Individuel (ERI) et une somme des ERI inférieurs à la valeur repère de 10^{-5} .

Ainsi, dans le cadre de cette étude et pour le scénario et les hypothèses considérés, il n'existe aucun risque inacceptable lié à l'inhalation d'hydrocarbures C5 à C40 et d'hydrocarbures aromatiques monocycliques (BTEX) à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment.

7.5 HYPOTHESES ET EVALUATION DES INCERTITUDES

L'évaluation des risques sanitaires est basée sur un certain nombre d'incertitudes à chaque étape de la démarche.

En effet, la précision des résultats est limitée par de nombreuses variables (incertitudes des mesures,...) mais aussi par des données limitées en l'état actuel des connaissances (VTR basées sur des données animales, modélisation,...).

C'est pour cette raison que la démarche d'évaluation des risques ne prétend pas être une quantification exhaustive de l'ensemble des risques engendrés par les substances présentes sur le site mais plutôt une estimation de ces risques dans l'état actuel des connaissances.

Dans le cadre de cette étude, les incertitudes entourant l'ensemble des paramètres issus de la littérature étant le plus souvent inconnues, il n'apparaît pas pertinent de réaliser une estimation quantitative des incertitudes. C'est pour cette raison que la démarche retenue est de lister l'ensemble des incertitudes et des hypothèses retenues dans l'étude.

Les incertitudes et hypothèses et leurs effets sur la caractérisation des risques sont présentés ci-après. Elles mettent en évidence que la quantification des risques réalisée ici est basée sur des hypothèses raisonnablement majorantes.

Incertitudes	Hypothèses majorantes
Identification des dangers	
<ul style="list-style-type: none"> • Incertitudes liées au prélèvement, à l'échantillonnage et à l'analyse. • Incertitudes liées à la saturation des tubes lors des prélèvements d'air du sol. 	<ul style="list-style-type: none"> • Non prise en compte des phénomènes de dégradation photochimique et de biodégradation des substances dans le temps. • Lorsque des teneurs sont inférieures aux limites de quantification, une teneur égale à cette limite de quantification est prise en compte. • En l'absence d'analyse TPH, une proportion de 50 % d'hydrocarbures aromatiques et de 50 % d'hydrocarbures aliphatiques a été prise en compte • Prise en compte des teneurs maximales mesurées dans l'air du sol au droit du séparateur à hydrocarbures en juillet et septembre 2008.
Evaluation du rapport dose-réponse	
<ul style="list-style-type: none"> • Incertitudes liées au calcul des VTR : facteurs d'incertitude et VTR définies à partir de données animales. • Non prise en compte des hydrocarbures C12 à C40 (substances peu volatiles). • Pour les hydrocarbures, VTR établies pour des groupements de substances. • Non prise en compte de l'interaction possible entre plusieurs substances. 	<ul style="list-style-type: none"> • Assimilation des xylènes totaux au m-xylène, substance la plus volatile.
Evaluation de l'exposition	
<ul style="list-style-type: none"> • Incertitudes liées au futur usage. • Incertitudes liées à la modélisation. • Utilisation de valeurs bibliographiques lorsque aucune valeur plus précise n'est disponible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prise en compte du bâtiment actuel (sur dalle béton de 10 cm) en supposant une extension au Nord-Ouest. • Absence de facteur de dilution entre la concentration de polluants dans le parking souterrain et le bâtiment (scénario 1). • L'aire de la zone polluée considérée polluée sous le bâtiment est identique à l'aire du parking souterrain (scénario 1) ou d'une pièce de la maison (scénario 2). • Modélisation à partir des teneurs maximales dans les milieux sources. • Zone polluée supposée découverte (absence d'enrobé, espace vert) pour la modélisation vers l'air extérieur avec le modèle CSOIL. • Un taux très faible de ventilation (0,25 par heure) est appliqué dans le bâtiment.

8. CONCLUSION

Dans le cadre du projet de réaménagement du site de l'ancienne station-service TOTAL « Relais André Maginot » (CI : 58336) localisée 163, avenue André Maginot à Tours (37), TOTAL Raffinage Marketing a mandaté INOVADIA afin de réaliser des investigations complémentaires et une Analyse des Risques Résiduels (ARR) pour la santé permettant de valider la compatibilité entre l'usage futur envisagé (inconnu) du site et la qualité résiduelle des milieux (sols et air) à l'issue des travaux de démantèlement et de dépollution réalisés en novembre et décembre 2006 et en décembre 2007.

Les investigations complémentaires réalisées en juillet et septembre 2008 (réalisation de six sondages S1 à S4 et T1 à T2, dont quatre équipés en piézair, pour le prélèvement de sols et d'air du sol) ont permis de mettre en évidence :

- concernant les sols :
 - ✓ des teneurs significatives en hydrocarbures C10-C40 dans la zone de pollution résiduelle de l'ancien réservoir de SP98 (sondage S1), entre 4,5 et 5,7 m de profondeur, caractérisée par la présence majoritaire d'hydrocarbures aliphatiques à chaînes longues C21 à C35 et la présence notable d'hydrocarbures aromatiques C10-C12. Cette pollution n'a pas été délimitée verticalement (refus du sondage à 5,7 m de profondeur),
 - ✓ une teneur faible en hydrocarbures C5-C10 (hydrocarbures de type essence) dans la zone de pollution résiduelle de l'ancien séparateur à hydrocarbures (sondage S2), entre 1,2 et 2,5 m de profondeur,
 - ✓ des teneurs en xylènes significatives dans les zones de pollution résiduelles (S2 entre 1,2 et 2,5 m et S1 entre 4,2 et 5,7 m de profondeur),
 - ✓ des teneurs en hydrocarbures C5 à C40 et en BTEX toutes proches ou inférieures aux limites de quantification sur les autres échantillons analysés,
- concernant l'air du sol : un impact significatif des pollutions résiduelles sur l'air du sol au droit de l'ancien réservoir SP98 et de l'ancien séparateur à hydrocarbures,
- concernant les eaux souterraines : l'absence d'eaux souterraines au droit du site jusqu'à 10,1 m de profondeur (profondeur supposée de la nappe à 20 m).

Deux schémas conceptuels permettant de relier les zones polluées résiduelles et les enjeux au droit et autour du site ont été réalisés en considérant un futur usage résidentiel (immeuble avec parking souterrain et maison d'habitation) et ont mis en évidence un risque potentiel par inhalation d'air pour les futurs résidents (adultes et enfants).

Sur la base du schéma conceptuel, une Analyse des Risques Résiduels a été réalisée en prenant en compte :

- les teneurs résiduelles maximales dans les sols et l'air du sol,
- des scénarios majorants : immeuble collectif à usage d'habitation avec souterrain (parking d'une superficie de 100 m²) ou maison individuelle (pièce d'une superficie de 12 m²) construits sur une dalle béton d'une épaisseur de 10 cm (taux de renouvellement d'air de 0,25 fois/heure), au droit de la pollution résiduelle de l'ancien réservoir SP98,
- des hypothèses raisonnablement majorantes tout au long de l'étude.

.../...

Ainsi, les résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires ont mis en évidence l'absence de risque inacceptable pour les adultes et les enfants exposés via l'inhalation d'air à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment pour les scénarios envisagés.

Par conséquent, dans le cadre du réaménagement du site pour un usage résidentiel (avec ou sans parking souterrain), aucune action corrective n'est à envisager concernant les sources de pollution résiduelle.

D'autre part, en cas d'éventuels travaux de terrassement dans la zone de pollution résiduelle, une gestion particulière des sols pollués sera à prévoir ainsi que l'information et la protection des travailleurs par le port d'Equipements de Protection Individuelle (EPI) adaptés.

Les résultats de cette étude ne sont valables que dans le cadre des scénarios d'usage futur décrit ci-dessus. En cas de changement ultérieur d'usage, il faudra vérifier la compatibilité de la qualité des sols avec le projet envisagé par le biais d'une nouvelle étude.

ANNEXE 1

Figure 1 : Situation géographique au 1/25000



inovadia

TOTAL Raffinage Marketing
Ancienne station-service TOTAL
Relais André Maginot - CI : 58336
163 avenue André Maginot - Tours (37)

Figure 1 : Situation géographique
(Extrait de la carte IGN n°1822 E de Tours)

Echelle
1/25000



ANNEXE 2

Figure 2 : Localisation des sondages complémentaires et des piézairs

Figure 3 : Teneurs en hydrocarbures C5 à C40 et en BTEX dans les sols

Coupes des sondages et des piezairs

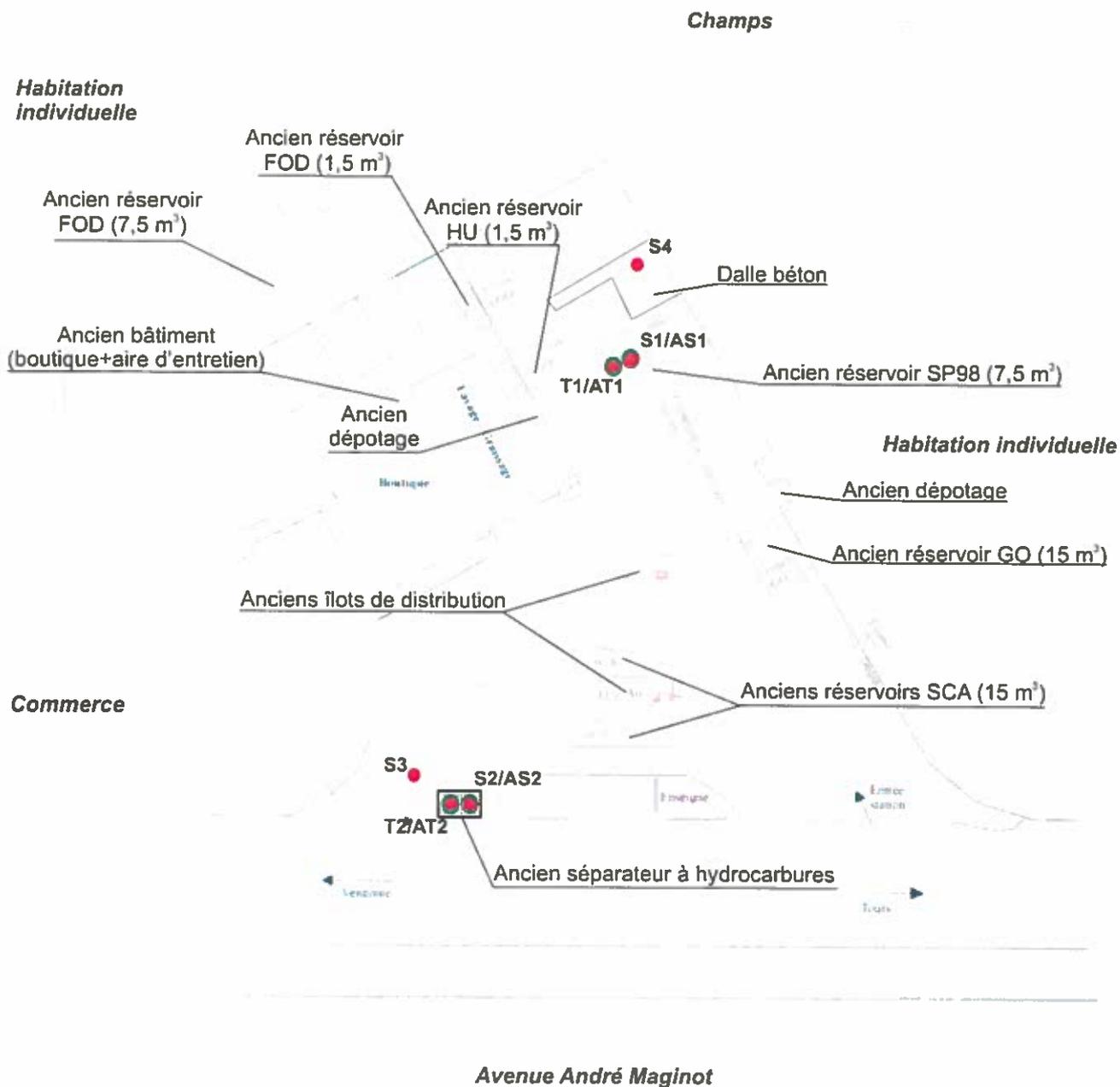


inovadia

TOTAL Raffinage Marketing
Ancienne station-service TOTAL - Relais Maginot (CI : 58336)
163 avenue André Maginot - Tours (37)

Figure 2 : Description du site et localisation des sondages et des piezaires

Échelle
1/350



- S1 à S4, T1 et T2 Sondages réalisés le 24 juillet 2008
- AS1, AS2, AT1 et AT2 Prélèvements d'air du sol réalisés les 24 et 25 juillet 2008, et le 02 septembre 2008 (AS2 et AT2)

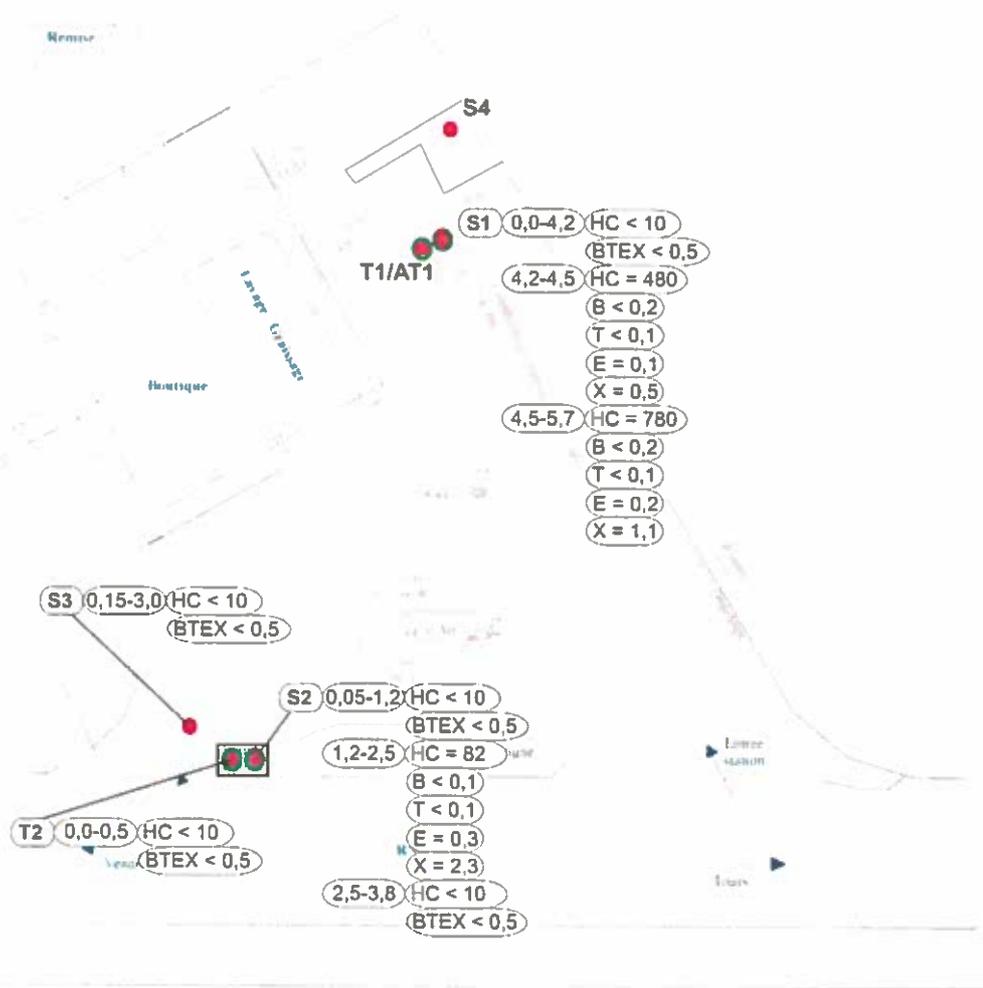


inovadia

TOTAL Raffinage Marketing
Ancienne station-service TOTAL - Relais Maginot (CI : 58336)
163 avenue André Maginot - Tours (37)

Figure 3 : Teneurs en hydrocarbures C5 à C40
et en BTEX dans les sols

Échelle
1/350



Prélèvements
(24/07/2008)

Profondeur
(m)

Teneur en (mg/kg MS) :

● **S1** (4,2-4,5) (HC = 480) Hydrocarbures C5 à C40
 (B < 0,2) Benzène
 (T < 0,1) Toluène
 (E = 0,1) Ethylbenzène
 (X = 0,5) Xylènes

○ AS1, AS2, AT1 et AT2 Prélèvements d'air du sol réalisés les 24 et 25 juillet 2008, et le 02 septembre 2008 (AS2 et AT2)

SONDAGE S1/AS1					
profondeur en m	Lithologie	Venue d'eau	Prélèvements	Hydrocarbures C5 à C40	Equipement piezair
-0,05	Graviers	-	S1 (0,0-4,2 m)	Hydrocarbures C5 à C40 + BTEX	Tube diam. 32 mm plein entre 0 et 2,7 m et crépiné 0,5 mm entre 2,7 et 5,7 m ; graviers entre 0 et 5,7 m
-4,20	Remblais limono-sablo-graveleux brun (+ éclats de calcaire)				
-4,50	Limons brun-noir		S1 (4,2-4,5 m)	Hydrocarbures C5 à C40 + BTEX + TPH	
-5,50	Limons sableux gris-beige		S1 (4,5-5,7 m)	Hydrocarbures C5 à C40 + BTEX	
-5,70	Calcaire blanc		-	-	
	Refus sur terrain naturel				

SONDAGE T1/AT1					
profondeur en m	Lithologie	Venue d'eau	Prélèvements	Analyses	Equipement piezair
-0,05	Graviers	-	-	-	Tube diam. 32 mm plein entre 0 et 1 m et crépiné 0,5 mm entre 1 et 2 m ; graviers entre 0 et 2 m
-1,00	Remblais limono-graveleux brun				
-2,00					

SONDAGE S2/AS2					
profondeur en m	Lithologie	Venue d'eau	Prélèvements	Analyses	Equipement piezair
-0,05	Graviers	-	-	-	Tube diam. 32 mm plein entre 0 et 1,8 m et crépiné 0,5 mm entre 1,8 et 3,8 m ; graviers entre 0 et 3,8 m
-1,50	Remblais graveleux marron		S2 (0,05-1,2 m)	Hydrocarbures C5 à C40 + BTEX	
-2,50	Limons argileux marron-brun		S2 (1,2-2,5 m)	Hydrocarbures C5 à C40 + BTEX + TPH	
-3,80			S2 (2,5-3,8 m)	Hydrocarbures C5 à C40 + BTEX	
	Refus sur terrain naturel		-	-	

SONDAGE T2/AT2					
profondeur en m	Lithologie	Venue d'eau	Prélèvements	Analyses	Equipement piezair
-0,05	Graviers	-	T2 (0-0,5 m)	Hydrocarbures C5 à C40 + BTEX	Tube diam. 32 mm plein entre 0 et 1 m et crépiné 0,5 mm entre 1 et 2 m ; graviers entre 0 et 2 m
-0,20	Remblais calcaire				
-2,00	Remblais limono-argileux brun		-	-	

SONDAGE S3					
profondeur en m	Lithologie	Venue d'eau	Prélèvements	Analyses	Equipement piezair
-0,15	Béton	-	S3 (0,15-3,0 m)	Hydrocarbures C5 à C40 + BTEX	-
-1,60	Limons argileux marron-beige				
-2,50	Limons sableux marron-ocre				
-3,00					

SONDAGE S4					
profondeur en m	Lithologie	Venue d'eau	Prélèvements	Analyses	Equipement piezair
-0,20	Béton	-			
-2,00	Remblais limono-argileux				
-6,00					
-7,00	Calcaire				
-10,10	Argiles				

Valeurs Toxicologiques de Référence

Benzène

Source	Voie d'exposition	Effets	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Année de révision
<i>Effets avec seuil</i>					
US EPA		Diminution du nombre d'hématies, de leucocytes, de lymphocytes, de plaquettes et d'hématocrites (homme)	300	RfC = $3 \cdot 10^{-2}$ mg/m ³	2003
<i>Effets sans seuil</i>					
OMS	Inhalation	-	-	ERU = $6 \cdot 10^{-6}$ (µg/m ³) ⁻¹	2000
US EPA		Leucémie (homme)	-	ERU = entre 2,2 et $7,8 \cdot 10^{-4}$ (µg/m ³) ⁻¹	1998

Toluène

Source	Voie d'exposition	Effets	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Année de révision
<i>Effets avec seuil</i>					
US EPA	Inhalation	Troubles de la vision, de l'audition (homme)	10	RfC = 5 mg/m ³	2005
ATSDR	Inhalation		100	MRL = 0,3 mg/m ³	2000

Ethylbenzène

Source	Voie d'exposition	Effets	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Année de révision
<i>Effets avec seuil</i>					
ATSDR	Inhalation	Effets sur le foie, les reins, la rate et sur la reproduction (rats et lapins)	100	MRL = 4,35 mg/m ³	1999
US EPA			300	RfC = 1 mg/m ³	1991

Xylènes

Source	Voie d'exposition	Effets	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Année de révision
<i>Effets avec seuil</i>					
ATSDR	Inhalation	Effets neurotoxiques (homme)	100	MRL = 0,435 mg/m ³	1995

ANNEXE 6

Paramètres utilisés pour la modélisation des transferts et de l'exposition

Paramètres de transfert

Nom	Description	Valeur (scénario 1)	Valeur (scénario 2)	Source
Paramètres du sol				
Bulk	Masse volumique du sol (kg/dm ³) - argiles (remblais)	1,43	1,43	Johnson & Ettinger, 1991
nA	Porosité totale du sol - argiles	0,459	0,459	Johnson & Ettinger, 1991
θwA	Porosité sol-eau - argiles	0,215	0,215	Johnson & Ettinger, 1991
Tsoil	Température du sol (K)	283	283	Johnson & Ettinger, 1991
foc	Fraction de carbone organique	0,0078	0,0078	Analyse
Ev	Flux d'évaporation de l'eau (m ³ /m ² /j)	0,0001	0,0001	Fast & al, 1987
Vw	Fraction volumique d'eau dans le sol	0,1573	0,1573	Analyses d'échantillons de sols
Va	Fraction volumique d'air dans le sol	0,3017	0,3017	
K	Perméabilité du sol (m ²) - argiles	1,0.10 ⁻¹⁶	1,0.10 ⁻¹⁶	Nazaroff et al., 1988
OS	Fraction massique de matière organique (%)	0,14	0,14	Calcul à partir de foc
pH	pH	7,8	7,8	Site
Dg	Profondeur de la nappe	15	15	Recherche documentaire
Paramètres de calcul de la concentration dans l'air extérieur				
Lp	Diamètre total des zones contaminées à l'extérieur (m)	9	9	site
Dp,0	Profondeur de polluant sous la surface à l'extérieur (m)	1,2	1,2	Investigations de terrain
ha	Hauteur d'exposition - adulte (m) - enfant (m)	1,6 1,0	1,6 1,0	Scénario considéré
Vh	Vitesse du vent (m/h) à 10 m de hauteur	14000	14000	Météo France
Z0	Rugosité	1	1	site (zone industrielle et résidentielle)
d	Epaisseur de la couche limite (m)	0,005	0,005	Jury & al, 1993
Paramètres de calcul de la concentration dans l'air intérieur				
Lf	distance entre le 1er niveau construit et le sol (m)	3	0,1	Scénario considéré
Ls	profondeur du prélèvement d'air du sol réalisé (m)	3,5	1,5	Investigations de terrain
Lcrack	Epaisseur de la dalle béton (m)	0,1	0,1	Scénario considéré
DP	Différence de pression entre le sol et le bâtiment (Pa)	4	4	Johnson & Ettinger, 1991
ER	Taux de ventilation dans le bâtiment (h ⁻¹)	0,25	0,25	Johnson & Ettinger, 1991
HB	Hauteur du bâtiment (m) (parking souterrain ou pièce)	3	2,88	Scénario considéré
WB	Largeur de la pièce (m)	10	4	
LB	Longueur de la pièce (m)	10	3	
w	Largeur des fissures dans le béton (cm)	0,1	0,1	Johnson & Ettinger, 1991

Paramètres d'exposition

Nom	Description	Valeur	Valeur	Source
Tm	Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (en années)	70	70	INERIS, 2003
T	Nombre d'années d'exposition (années)	30	30	INERIS, 2003
Jdm	Nombre de jours passés dans la résidence principale (jr)	330	330	INSEE, 1999
Tint	Nombre d'heures passées à l'intérieur du domicile (adultes et enfants) par jour (h)	Adulte : 18 Enfant : 18,83	Adulte : 18 Enfant : 18,83	INSEE, 1999
Text	Nombre d'heures passées à l'extérieur du domicile sur le parking ou l'air de jeux (adultes et enfant) par jour (h)	1	1	Scénario considéré

Références :

INERIS, 2003 - Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE - Risques chimiques

INSEE, 1999 : INSEE RESULTATS n°80-88, mars 1999

Johnson & Ettinger, 1991 : Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings, Environ Sci. Techn. 25 : 1445-1452

Météo France : Rose des vents de Tours (37) - Vent horaire à 10 m, moyenné sur 10 min - du 01 janvier 1979 au 31 décembre 2007

Fast & al, 1987 ; Van den Berg, 1991; Jury & al, 1993 : sources issues du modèle RISC-HUMAN développé par l'institut Hollandais « The Van Hall Institute »

ANNEXE 7

Rapports d'essais du laboratoire Wessling

Laboratoires WESSLING
Z.I. de Chesnes Tharabie
30 rue du Ruisseau · 38070 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0) 4 749996 20 · Fax +33 (0) 4 749996 37
labo@wessling.fr

INOVADIA
Madame Sandra Nedellec
Parc d'activités d'Ouest
11 rue Jean Le Hô
35000 Rennes

Rapport d'essai n°: **ULY08-07644-1**

Commande n°: **ULY-05887-08**

Interlocuteur: **Olivier Sibourg**
Ligne directe: **+33 (0) 474 999-620**
E-Mail: **o.sibourg@wessling.fr**
Date: **22.08.2008**

RELAIS MAGINOT TOURS CI 58336

Votre commande: **par écrit du 30.07.2008**

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	08-061584-01	08-061584-02	08-061584-03
Date de réception:	29.07.2008	29.07.2008	29.07.2008
Désignation	S1 0-4.2	S1 4.2-4.5	S1 4.5-5.7
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol
Prélèvement:	24.07.2008	24.07.2008	24.07.2008
Récipient:	250ml	250ml	250ml
Température de réception:	12	12	12
Début des analyses:	30.07.2008	30.07.2008	30.07.2008
Fin des analyses:	22.08.2008	22.08.2008	22.08.2008

Résultats d'analyse

Analyse physico-chimique

N° d'échantillon	08-061584-01	08-061584-02	08-061584-03
Désignation d'échantillon	S1 0-4.2	S1 4.2-4.5	S1 4.5-5.7
Paramètre	Unité	LQ	
Matière sèche	% mass MB	0,1	87,4 77,5 82,4

Composés aromatiques volatils (CAV)

N° d'échantillon	08-061584-01	08-061584-02	08-061584-03
Désignation d'échantillon	S1 0-4.2	S1 4.2-4.5	S1 4.5-5.7
Paramètre	Unité	LQ	
Benzène	mg/kg MS	0,1	<0,1 <0,2 <0,2
Toluène	mg/kg MS	0,1	<0,1 <0,1 <0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	0,1	<0,1 0,1 0,2
o-Xylène	mg/kg MS	0,1	<0,1 0,1 0,4
m-, p-Xylène	mg/kg MS	0,1	<0,1 0,4 0,7
Somme des CAV	mg/kg MS		-/- 0,6 1,3

Paramètres globaux / Indices

N° d'échantillon		08-061584-01	08-061584-02	08-061584-03	
Désignation d'échantillon		S1 0-4.2	S1 4.2-4.5	S1 4.5-5.7	
Paramètre	Unité	LQ			
Indice hydrocarbure (HCT) C10-C40	mg/kg MS	10	<10	480	780
Indice hydrocarbure aliphatique (C5-C10)	mg/kg MS	10	<10	<10	<10
Somme des indices aliphatiques et aromatiques	mg/kg MS		304		
Indice aliphatique >nC6-nC8	mg/kg MS		<20		
Indice aliphatique >nC8-nC10	mg/kg MS		<20		
Indice aliphatique >nC10-nC12	mg/kg MS		<20		
Indice aliphatique >nC12-nC14	mg/kg MS		<20		
Indice aliphatique >nC14-nC16	mg/kg MS		<20		
Indice aliphatique >nC16-nC21	mg/kg MS		<20		
Indice aliphatique >nC21-nC35	mg/kg MS		258		
Indice aliphatique >nC35-nC40	mg/kg MS		34,8		
Somme des aliphatiques	mg/kg MS		293		
Indice aromatique >nC6-nC8	mg/kg MS		<1		
Indice aromatique >nC8-nC10	mg/kg MS		<1		
Indice aromatique >nC10-nC12	mg/kg MS		10,7		
Indice aromatique >nC12-nC14	mg/kg MS		<1		
Indice aromatique >nC14-nC16	mg/kg MS		<1		
Indice aromatique >nC16-nC21	mg/kg MS		<1		
Indice aromatique >nC21-nC35	mg/kg MS		<1		
Indice aromatique >nC35-nC40	mg/kg MS		<1		
Somme des aromatiques	mg/kg MS		10,7		

Rapport d'essai n°: **ULY08-07644-1**

Commande n°.: ULY-05887-08

Date: 22.08.2008

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	08-061584-04	08-061584-05	08-061584-06
Date de réception:	29.07.2008	29.07.2008	29.07.2008
Désignation	S2 0.05-1.2	S2 1.2-2.5	S2 2.5-3.8
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol
Prélèvement:	24.07.2008	24.07.2008	24.07.2008
Récipient:	250ml	250ml	250ml
Température de réception:	12	12	12
Début des analyses:	30.07.2008	30.07.2008	30.07.2008
Fin des analyses:	22.08.2008	22.08.2008	22.08.2008

Résultats d'analyse**Analyse physico-chimique**

N° d'échantillon		08-061584-04	08-061584-05	08-061584-06	
Désignation d'échantillon		S2 0.05-1.2	S2 1.2-2.5	S2 2.5-3.8	
Paramètre	Unité	LQ			
Matière sèche	% mass MB	0,1	89,7	86,7	80,7

Composés aromatiques volatils (CAV)

N° d'échantillon		08-061584-04	08-061584-05	08-061584-06	
Désignation d'échantillon		S2 0.05-1.2	S2 1.2-2.5	S2 2.5-3.8	
Paramètre	Unité	LQ			
Benzène	mg/kg MS	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg MS	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	0,1	<0,1	0,3	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	0,1	<0,1	0,2	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	0,1	<0,1	2,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS		-/-	2,7	-/-

Paramètres globaux / Indices

N° d'échantillon		08-061584-04	08-061584-05	08-061584-06
Désignation d'échantillon		S2 0.05-1.2	S2 1.2-2.5	S2 2.5-3.8
Paramètre	Unité	LQ		
Indice hydrocarbure (HCT) C10-C40	mg/kg MS	10	<10	<10
Indice hydrocarbure aliphatique (C5-C10)	mg/kg MS	10	<10	82
Somme des indices aliphatiques et aromatiques	mg/kg MS		73,5	
Indice aliphatique >nC6-nC8	mg/kg MS		36,9	
Indice aliphatique >nC8-nC10	mg/kg MS		<20	
Indice aliphatique >nC10-nC12	mg/kg MS		<20	
Indice aliphatique >nC12-nC14	mg/kg MS		<20	
Indice aliphatique >nC14-nC16	mg/kg MS		<20	
Indice aliphatique >nC16-nC21	mg/kg MS		<20	
Indice aliphatique >nC21-nC35	mg/kg MS		<20	
Indice aliphatique >nC35-nC40	mg/kg MS		<20	
Somme des aliphatiques	mg/kg MS		36,9	
Indice aromatique >nC6-nC8	mg/kg MS		<1	
Indice aromatique >nC8-nC10	mg/kg MS		6,57	
Indice aromatique >nC10-nC12	mg/kg MS		30,0	
Indice aromatique >nC12-nC14	mg/kg MS		<1	
Indice aromatique >nC14-nC16	mg/kg MS		<1	
Indice aromatique >nC16-nC21	mg/kg MS		<1	
Indice aromatique >nC21-nC35	mg/kg MS		<1	
Indice aromatique >nC35-nC40	mg/kg MS		<1	
Somme des aromatiques	mg/kg MS		36,6	

Rapport d'essai n°: **ULY08-07644-1**Commande n°.: **ULY-05887-08**Date: **22.08.2008****Informations sur les échantillons**

Echantillon-n°	08-061584-07	08-061584-08	08-061584-09
Date de réception:	29.07.2008	29.07.2008	29.07.2008
Désignation	T2 0-0.5	S3 0.15-3	S4 0-3
Type d'échantillons:	Sol	Sol	Sol
Prélèvement:	24.07.2008	24.07.2008	24.07.2008
Récipient:	250ml	250ml	250ml
Température de réception:	12	12	12
Début des analyses:	30.07.2008	30.07.2008	30.07.2008
Fin des analyses:	22.08.2008	22.08.2008	22.08.2008

Résultats d'analyse**Analyse physico-chimique**

N° d'échantillon		08-061584-07	08-061584-08	08-061584-09	
Désignation d'échantillon		T2 0-0.5	S3 0.15-3	S4 0-3	
Paramètre	Unité	LQ			
Matière sèche	% mass MB	0,1	88,3	87,2	84,6

Composés aromatiques volatils (CAV)

N° d'échantillon		08-061584-07	08-061584-08	08-061584-09	
Désignation d'échantillon		T2 0-0.5	S3 0.15-3	S4 0-3	
Paramètre	Unité	LQ			
Benzène	mg/kg MS	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg MS	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Éthylbenzène	mg/kg MS	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS		-/-	-/-	-/-

Rapport d'essai n°: **ULY08-07644-1**

Commande n°.: ULY-05887-08

Date: 22 08 2008

Paramètres globaux / Indices

N° d'échantillon		08-061584-07	08-061584-08	08-061584-09
Désignation d'échantillon		T2 0-0.5	S3 0.15-3	S4 0-3
Paramètre	Unité	LQ		
Indice hydrocarbure (HCT) C10-C40	mg/kg MS	10	<10	<10
Indice hydrocarbure aliphatique (C5-C10)	mg/kg MS	10	<10	<10

Rapport d'essai n°: **ULY08-07644-1**

Commande n°.: ULY-05887-08

Date: 22.08.2008

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	08-061584-10
Date de réception:	29.07.2008
Désignation	remblais 0-3
Type d'échantillons:	Sol
Prélèvement:	24.07.2008
Récipient:	5*250ml
Température de réception:	12
Début des analyses:	30.07.2008
Fin des analyses:	22.08.2008

Résultats d'analyse**Granulométrie**

N° d'échantillon	08-061584-10	
Désignation d'échantillon	remblais 0-3	
Paramètre	Unité	LQ
Sables grossiers	g/kg	112
Sables fins	g/kg	41
Limons grossiers	g/kg	54
Limons fins	g/kg	78
Argile	g/kg	239
Calcaire total	g/kg	475,6
Matières organiques	g/kg	3,77

Analyse physico-chimique

N° d'échantillon	08-061584-10	
Désignation d'échantillon	remblais 0-3	
Paramètre	Unité	LQ
pH	MB	7,8

Paramètres globaux / Indices

N° d'échantillon 08-061584-10

Désignation d'échantillon remblais 0-3

Paramètre	Unité	LQ	
Carbone organique total (COT) % mass MS	0,1		0,78

Rapport d'essai n°: **ULY08-07644-1**Commande n°.: **ULY-05887-08**Date: **22.08.2008**

08-061584-02

Commentaires des résultats:

BTEX sol, Benzène: Seuil de détermination augmenté en raison d'interférences chimiques.

Indices alip./aromat. (Fr-Sol), Somme des aromatiques: Seuil donné à titre indicatif.

08-061584-03

Commentaires des résultats:

BTEX sol, Benzène: Seuil de détermination augmenté en raison d'interférences chimiques.

08-061584-05

Commentaires des résultats:

Indices alip./aromat. (Fr-Sol), Somme des aromatiques: Seuil donné à titre indicatif.

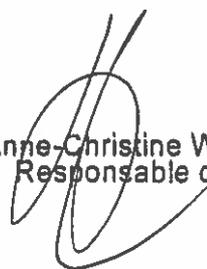
Les seuils de détermination fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Méthode	Norme	Laboratoire d'analyse
Hydrocarbures (GC)	E DIN ISO 16703 ^A	Umweltanalytik Lyon
Matières sèches	ISO 11465 ^A	Umweltanalytik Lyon
BTEX	NF ISO 11423-1 ^A	Umweltanalytik Lyon
Hydrocarbures aliphatiques volatils (C5-C10)	DIN ISO 22155	Umweltanalytik Lyon
Indices aliphatique/aromatique C6-C40 (France-Sol)	WES 237	Umweltanalytik Lyon
Granulométrie	NF X31-107	
Carbone organique total sur matière solide	ISO 10694 ^A	Umweltanalytik Lyon
pH sur matière solide	ISO 10390 ^A	Umweltanalytik Altenberge
MB	Matières brutes	
MS	Matières sèches	

* Analyses effectuées par un laboratoire partenaire

Olivier Sibourg

(Directeur)


Anne-Christine WAYMEL
Responsable qualité

Laboratoires WESSLING
Z.I. de Chesnes Tharabie
30 rue du Ruisseau - 38070 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0) 4 749996 20 - Fax +33 (0) 4 749996 37
labo@wessling.fr

INOVADIA
Madame Sandra Nedellec
Parc d'activités d'Ouest 11 rue Jean Le Hô
35000 Rennes

Rapport d'essai n°: **ULY08-07126-1**

Commande n°: **ULY-05850-08**

Interlocuteur: **Olivier Sibourg**
Ligne directe: **+33 (0) 474 999-620**
E-Mail: **o.sibourg@wessling.fr**
Date: **05.08.2008**

TOTAL Relais Maginot Tours
Code implant: 58336

Votre commande: par écrit du 29.07.2008

Rapport d'essai n°: ULY08-07126-1

Commande n°: ULY-05850-08

Date: 05.08.2008

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	08-061035-01	08-061035-02	08-061035-03
Date de réception:	29.07.2008	29.07.2008	29.07.2008
Désignation	AT1	AS1	AT2
Type d'échantillons:	Gaz	Gaz	Gaz
Prélèvement:	25.07.2008	25.07.2008	25.07.2008
Récipient:	CA+tube orbo	CA	CA+tube orbo
Début des analyses:	29.07.2008	29.07.2008	29.07.2008
Fin des analyses:	05.08.2008	05.08.2008	05.08.2008

Résultats d'analyse

N° d'échantillon		08-061035-01	08-061035-03
Désignation d'échantillon		AT1	AT2
Paramètre	Unité	LQ	
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/Probe G	<10	>530
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/Probe G	24	>5800
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/Probe G	120	>13000
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/Probe G	150	>9400
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/Probe G	71	>3400
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/Probe G	110	>2800
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/Probe G	130	>1900
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/Probe G	89	>720
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/Probe G	18	>120
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/Probe G	<10	---
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/Probe G	<10	---
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/Probe G	<5	>66
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/Probe G	<5	>15
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/Probe G	14	>890
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/Probe G	26	>1100
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/Probe G	23	>510
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/Probe G	<5	---
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/Probe G	<5	---
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/Probe G	<5	---
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/Probe G	<5	---

Rapport d'essai n°: ULY08-07126-1

Commande n°: ULY-05850-08

Date: 05.08.2008

Composés aromatiques volatils (CAV)

N° d'échantillon		08-061035-01	08-061035-02	08-061035-03
Désignation d'échantillon		AT1	AS1	AT2
Paramètre	Unité	LQ		
Benzène	µg G	<0,5	1000	18,4
Toluène	µg G	<0,3	23,8	4,3
Ethylbenzène	µg G	0,3	85	120
m-, p-Xylène	µg G	1	220	340
o-Xylène	µg G	0,6	77	31,6
Cumène	µg G	0,2	7,1	10,3
m-, p-Ethyltoluène	µg G	4,5	59	240
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	3,3	19,9	230
o-Ethyltoluène	µg G	3,3	41,6	120
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	5,2	33,8	290
Somme des CAV	µg G	18,4	1570	1400

Alcanes

Hydrocarbures volatils C5-C10

N° d'échantillon		08-061035-01	08-061035-02	08-061035-03
Désignation d'échantillon		AT1	AS1	AT2
Paramètre	Unité	LQ		
Indice hydrocarbure volatil (C5-C10)	µg G	150	5300	14000
Somme des C5	µg G	8	96	2500
Somme des C6	µg G	9	810	3600
Somme des C7	µg G	26	2900	300
Somme des C8	µg G	51	500	2600
Somme des C9	µg G	24	630	1600
Somme des C10	µg G	36	390	1000

Hydrocarbures volatils C11-C12

N° d'échantillon		08-061035-01	08-061035-02	08-061035-03
Désignation d'échantillon		AT1	AS1	AT2
Paramètre	Unité	LQ		
Indice hydrocarbure volatil (C11-C12)	µg G	160	190	2800
Somme des C11	µg G	50	150	1500
Somme des C12	µg G	110	37	1300

Rapport d'essai n°: **ULY08-07126-1**Commande n°.: **ULY-05850-08**Date: **05.08.2008**

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	08-061035-04
Date de réception:	29.07.2008
Désignation	AS2
Type d'échantillons:	Gaz
Prélèvement:	25.07.2008
Récipient:	CA
Début des analyses:	29.07.2008
Fin des analyses:	05.08.2008

Résultats d'analyse

Composés aromatiques volatils (CAV)

N° d'échantillon	08-061035-04	
Désignation d'échantillon	AS2	
Paramètre	Unité	LQ
Benzène	µg G	69
Toluène	µg G	8,9
Ethylbenzène	µg G	430
m-, p-Xylène	µg G	1000
o-Xylène	µg G	97
Cumène	µg G	29,2
m-, p-Ethyltoluène	µg G	410
1,3,5-Triméthylbenzène (Mésitylène)	µg G	310
o-Ethyltoluène	µg G	190
1,2,4-Triméthylbenzène (Pseudocumène)	µg G	330
Somme des CAV	µg G	2870

Rapport d'essai n°: ULY08-07126-1

Commande n°: ULY-05850-08

Date: 05.08.2008

Alcanes**Hydrocarbures volatils C5-C10**

N° d'échantillon 08-061035-04

Désignation d'échantillon AS2

Paramètre	Unité	LQ
Indice hydrocarbure volatil (C5-C10)	µg G	28000
Somme des C5	µg G	4800
Somme des C6	µg G	6900
Somme des C7	µg G	5900
Somme des C8	µg G	4800
Somme des C9	µg G	3100
Somme des C10	µg G	2700

Hydrocarbures volatils C11-C12

N° d'échantillon 08-061035-04

Désignation d'échantillon AS2

Paramètre	Unité	LQ
Indice hydrocarbure volatil (C11-C12)	µg G	3100
Somme des C11	µg G	2300
Somme des C12	µg G	780

Rapport d'essai n°: ULY08-07126-1

Commande n°: ULY-05850-08

Date: 05.08.2008

08-061035-03

Commentaires des résultats:

Hydrocarbures volatils C5-C16, Hydrocarbures aliphatiques C5-C6: L'échantillon a été cassé, par conséquent les valeurs des composés n'ont pu être interprété que par des limites inférieurs. En outre, les composés non identifiés pendant l'analyse ne peuvent être rendu.

Méthode

Hydrocarbures aromatiques volatils (BETX) sur charbon actif (r VDI 2100 Blatt 2^A)
Hydrocarbures volatils WES 312
Hydrocarbures volatils C5-C16 WBSE-26

Norme

Gaz

Laboratoire d'analyse

Umweltanalytik Darmstadt
Umweltanalytik Darmstadt
Umweltanalytik Budapest

G

Olivier Sibourg
(Directeur)

Audrey GOUTAGNIEUX
Directeur technique



Laboratoires WESSLING
Z.I. de Chesnes Tharabie
30 rue du Ruisseau · 38070 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0) 4 749996 20 · Fax +33 (0) 4 749996 37
labo@wessling.fr

INOVADIA
Madame Sandra Nedellec
Parc d'activités d'Ouest
11 rue Jean Le Hô
35000 Rennes

Rapport d'essai n°: ULY08-08267-1

Commande n°: ULY-06720-08

Interlocuteur: Olivier Sibourg
Ligne directe: +33 (0) 474 999-620
E-Mail: o.sibourg@wessling.fr
Date: 11.09.2008

Relais Maginot-Tours
Code Implant 58336

Votre commande: par écrit du 04.09.2008

Rapport d'essai n°: **ULY08-08267-1**

Commande n°.: ULY-06720-08

Date: 11.09.2008

Informations sur les échantillons

Echantillon-n°	08-072454-01	08-072454-02	08-072454-01-1
Date de réception:	04.09.2008	04.09.2008	04.09.2008
Désignation	AT2 COUCHE DE MESURE	AS2 COUCHE DE MESURE	AT2 COUCHE DE CONTROLE
Type d'échantillons:	Gaz	Gaz	Gaz
Prélèvement:	02.09.2008	02.09.2008	02.09.2008
Récipient:	1CA+1 ORBO	1CA	1CA
Nombre de récipients:	1	1	1
Début des analyses:	04.09.2008	04.09.2008	04.09.2008
Fin des analyses:	11.09.2008	11.09.2008	11.09.2008

Rapport d'essai n°: **ULY08-08267-1**

Commande n°: **ULY-06720-08**

Date: **11.09.2008**

Résultats d'analyse

N° d'échantillon	08-072454-01	08-072454-01-1
Désignation d'échantillon	AT2 COUCHE DE MESURE	AT2 COUCHE DE CONTROLE
Paramètre	Unité	LQ
Hydrocarbures aliphatiques C5-C6	µg/Probe G	38 <10
Hydrocarbures aliphatiques C6-C7	µg/Probe G	39 <10
Hydrocarbures aliphatiques C7-C8	µg/Probe G	46 <10
Hydrocarbures aliphatiques C8-C9	µg/Probe G	16 <10
Hydrocarbures aliphatiques C9-C10	µg/Probe G	<10 <10
Hydrocarbures aliphatiques C10-C11	µg/Probe G	<10 <10
Hydrocarbures aliphatiques C11-C12	µg/Probe G	<10 <10
Hydrocarbures aliphatiques C12-C13	µg/Probe G	<10 <10
Hydrocarbures aliphatiques C13-C14	µg/Probe G	<10 <10
Hydrocarbures aliphatiques C14-C15	µg/Probe G	<10 <10
Hydrocarbures aliphatiques C15-C16	µg/Probe G	<10 <10
Hydrocarbures aromatiques C7-C8	µg/Probe G	<5 <5
Hydrocarbures aromatiques C8-C9	µg/Probe G	<5 <5
Hydrocarbures aromatiques C9-C10	µg/Probe G	<5 <5
Hydrocarbures aromatiques C10-C11	µg/Probe G	<5 <5
Hydrocarbures aromatiques C11-C12	µg/Probe G	<5 <5
Hydrocarbures aromatiques C12-C13	µg/Probe G	<5 <5
Hydrocarbures aromatiques C13-C14	µg/Probe G	<5 <5
Hydrocarbures aromatiques C14-C15	µg/Probe G	<5 <5
Hydrocarbures aromatiques C15-C16	µg/Probe G	<5 <5

Rapport d'essai n°: **ULY08-08267-1**Commande n°: **ULY-06720-08**Date: **11.09.2008****Alcanes****Hydrocarbures volatils C5-C10**

N° d'échantillon		08-072454-01	08-072454-02	08-072454-01-1
Désignation d'échantillon		AT2 COUCHE DE MESURE	AS2 COUCHE DE MESURE	AT2 COUCHE DE CONTROLE
Paramètre	Unité	LQ		
Indice hydrocarbure volatil (C5-C10)	µg G	16	880	<1
Somme des C5	µg G	3	240	<1
Somme des C6	µg G	5	270	<1
Somme des C7	µg G	4	200	<1
Somme des C8	µg G	3	110	<1
Somme des C9	µg G	<1	45	<1
Somme des C10	µg G	1	14	<1

Hydrocarbures volatils C11-C12

N° d'échantillon		08-072454-01	08-072454-02	08-072454-01-1
Désignation d'échantillon		AT2 COUCHE DE MESURE	AS2 COUCHE DE MESURE	AT2 COUCHE DE CONTROLE
Paramètre	Unité	LQ		
Indice hydrocarbure volatil (C11-C12)	µg G	1	14	<1
Somme des C11	µg G	<1	2	<1
Somme des C12	µg G	1	12	<1

Rapport d'essai n°: **ULY08-08267-1**

Commande n°.: ULY-06720-08

Date: 11.09.2008

Informations sur les échantillons

Echantillon-n° 08-072454-02-1
Date de réception: 04.09.2008
Désignation AS2 COUCHE DE
CONTROLE
Type d'échantillons: Gaz
Prélèvement: 02.09.2008
Récipient: 1CA
Nombre de récipients: 1
Début des analyses: 04.09.2008
Fin des analyses: 11.09.2008

Résultats d'analyse**Alcanes****Hydrocarbures volatils C5-C10**

N° d'échantillon	08-072454-02-1		
Désignation d'échantillon	AS2 COUCHE DE CONTROLE		
Paramètre	Unité	LQ	
Indice hydrocarbure volatil (C5-C10)	µg G		<1
Somme des C5	µg G		<1
Somme des C6	µg G		<1
Somme des C7	µg G		<1
Somme des C8	µg G		<1
Somme des C9	µg G		<1
Somme des C10	µg G		<1

Hydrocarbures volatils C11-C12

N° d'échantillon	08-072454-02-1		
Désignation d'échantillon	AS2 COUCHE DE CONTROLE		
Paramètre	Unité	LQ	
Indice hydrocarbure volatil (C11-C12)	µg G		<1
Somme des C11	µg G		<1
Somme des C12	µg G		<1

Laboratoires WESSLING
Z.I. de Chesnes Tharabie
30 rue du Ruisseau · 38070 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0) 4 749996 20 · Fax +33 (0) 4 749996 37
labo@wessling.fr

Rapport d'essai n°: **ULY08-08267-1**

Commande n°: ULY-06720-08

Date: 11.09.2008

Méthode

Hydrocarbures volatils

Hydrocarbures volatils C5-C16

Norme

WES 312

WBSE-26

Laboratoire d'analyse

Umweltanalytik Darmstadt

Umweltanalytik Budapest

G

Gaz

Olivier Sibourg

(Directeur)



Jean-François CAMPENS
Gérant