

ArcaGée
Conseil en géomatique et intelligence environnementale
23 avenue Alfred Grimal
33200 BORDEAUX
Tel : 08 70 25 72 81 – Fax : 05 56 57 76 90 - Mobile : 06 79 31 04 74
thierry.mauboussin@arcagee.com.fr

SANITRA FOURRIER (33)

Contrôle de dépollution et évaluation quantitative de risques sanitaires liés à la présence d'hydrocarbures volatils dans l'eau souterraine

Rapport

INDICE	0	1	2
DATE	02/11/06		
EMISSION	T. MAUBOUSSIN		
VERIFICATION	C. CLAVERIE		

SANITRA FOURRIER
2, allée des Bruyères
33380 BIGANOS
Interlocuteur : M. Erick BONNARDET



SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
1 – CONTROLE DES TRAVAUX	3
1.1 SUIVI DES TRAVAUX ET PRELEVEMENTS.....	3
1.2 RESULTATS DES ANALYSES.....	5
1.3 INTERPRETATION ET SUITES A DONNER.....	7
2 – BASES DE L'EVALUATION DES RISQUES	8
2.1 CADRE ET PERIMETRE DE L'ETUDE.....	8
2.2 DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET.....	8
2.3 CONCENTRATIONS UTILISEES DANS LES CALCULS DE RISQUES.....	9
2.4 VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE.....	9
2.4.1 BTEX et naphthalène.....	9
2.4.2 Fractions carbonées.....	13
2.5 PRESENTATION DE L'OUTIL DE MODELISATION.....	14
3 - CALCUL DE RISQUES	15
3.1 SCENARIO D'USAGE DU SITE.....	16
3.1.1 Hypothèses.....	16
3.1.2 Calculs de risques.....	19
3.2 ANALYSE DES INCERTITUDES.....	20
3.3 VERIFICATION PAR MESURAGE SUR LE TERRAIN.....	21
4 – SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS	22
4.1 SYNTHÈSE.....	22
4.2 RECOMMANDATIONS.....	22
ANNEXES	23
ANNEXE 1 : BORDEREAUX D'ANALYSES DE SOLS.....	23
ANNEXE 2 : BORDEREAUX D'ANALYSES D'EAU.....	30

Introduction

Suite à des travaux d'enlèvement d'anciennes cuves à hydrocarbures de station service et à un diagnostic des terrains sableux encaissants, SANITRA FOURRIER doit réaliser la dépollution du site par enlèvement des matériaux et traitement en filière adaptée.

L'objectif de la mission à réaliser par **ArcaGée** concerne :

- les observations, prélèvements et analyses permettant de vérifier la qualité des sols après enlèvement des matériaux pollués

La nappe étant localement touchée, l'enlèvement des matériaux pollués sera limité à la zone non saturée. Pour compléter le contrôle, une évaluation quantitative des risques sanitaires sera menée sur la base des teneurs résiduelles sur les eaux, en tenant compte de la géométrie du projet d'usage futur du site (communiquée par l'acheteur).

Le présent rapport comprend les observations, analyses et calculs nécessaires à cette analyse des risques résiduels.

1 – Contrôle des travaux

1.1 Suivi des travaux et prélèvements

Le mode de traitement mis en œuvre comprend les phases suivantes :

- extraction des sables pollués dans la zone non saturée au droit des anciennes cuves et des volucompteurs
- chargement et envoi par route des sables extraits vers un biocentre pour traitement
- pompage-écrémage des eaux des fouilles au sommet de la nappe pour éliminer les irisations liées à la mobilisation des hydrocarbures par l'action mécanique de terrassement
- remblaiement des fouilles par des matériaux sableux non pollués

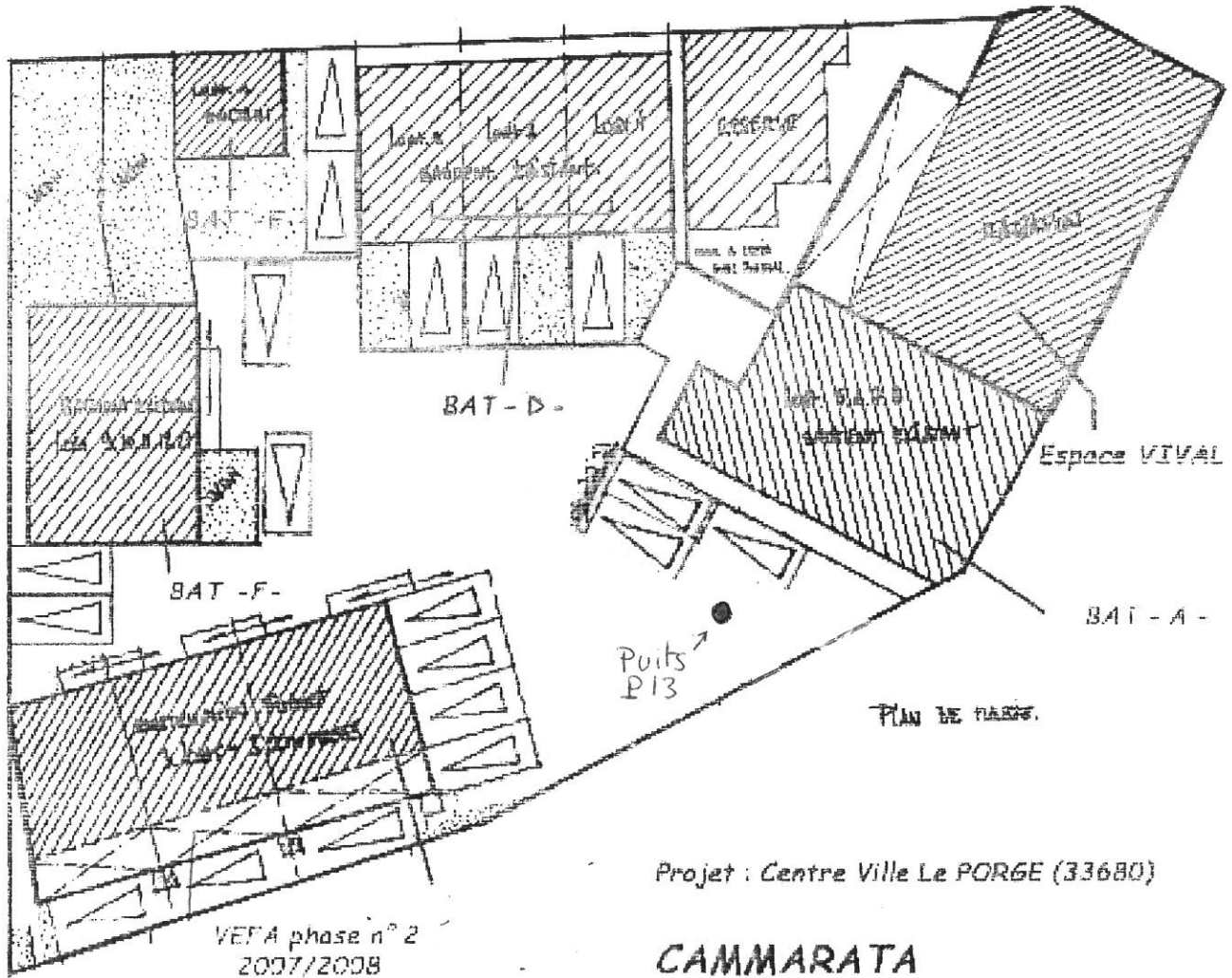
Les travaux d'extraction et de chargement des sables pollués vers le biocentre ont été réalisés du mardi 3 octobre au mercredi 4 octobre 2006, avec l'envoi de 12 camions représentant environ 300 tonnes de matériaux sableux à traiter. Les derniers remblaiements des fouilles ont été réalisés le jeudi 5 octobre 2006.

Les travaux d'extraction des sables pollués ont débuté par la zone située près du puits fouille 1), se sont poursuivis par l'ancien emplacement des plus grandes cuves (fouille 2) et se sont terminés par la zone des volucompteurs (fouille 3). Au total, 3 fouilles ont ainsi été créées, avec arrêt des excavations au sommet de la nappe.

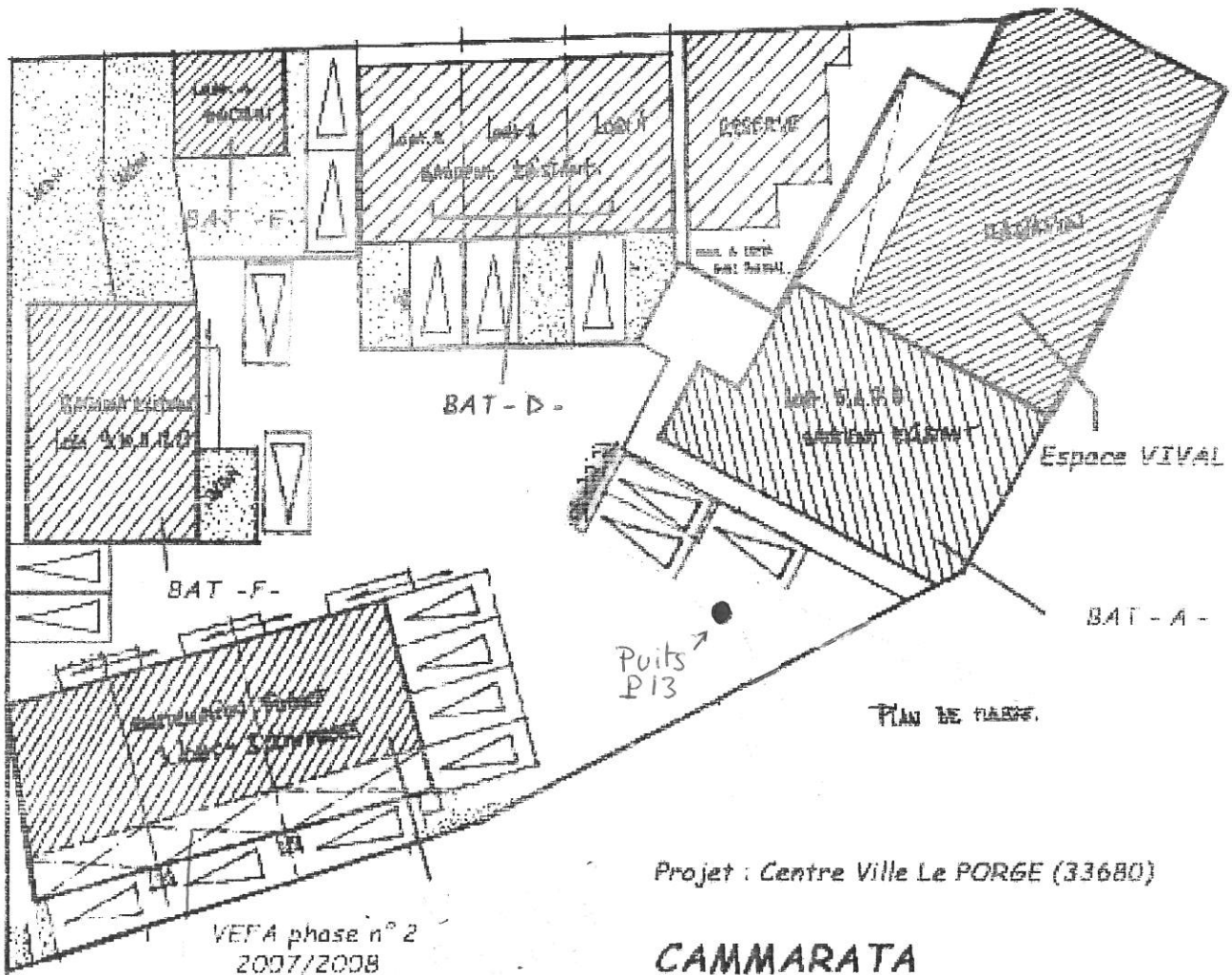
La figure suivante illustre la géométrie des opérations d'excavation et la localisation des prélèvements de sols et d'eaux sur un fond de plan représentant le projet futur d'aménagement immobilier.

ANCIENNE STATION SERVICE MEYRE

68 Avenue de Bordeaux - Le Porge



ANCIENNE STATION SERVICE MEYRE
68 Avenue de Bordeaux - Le Porge



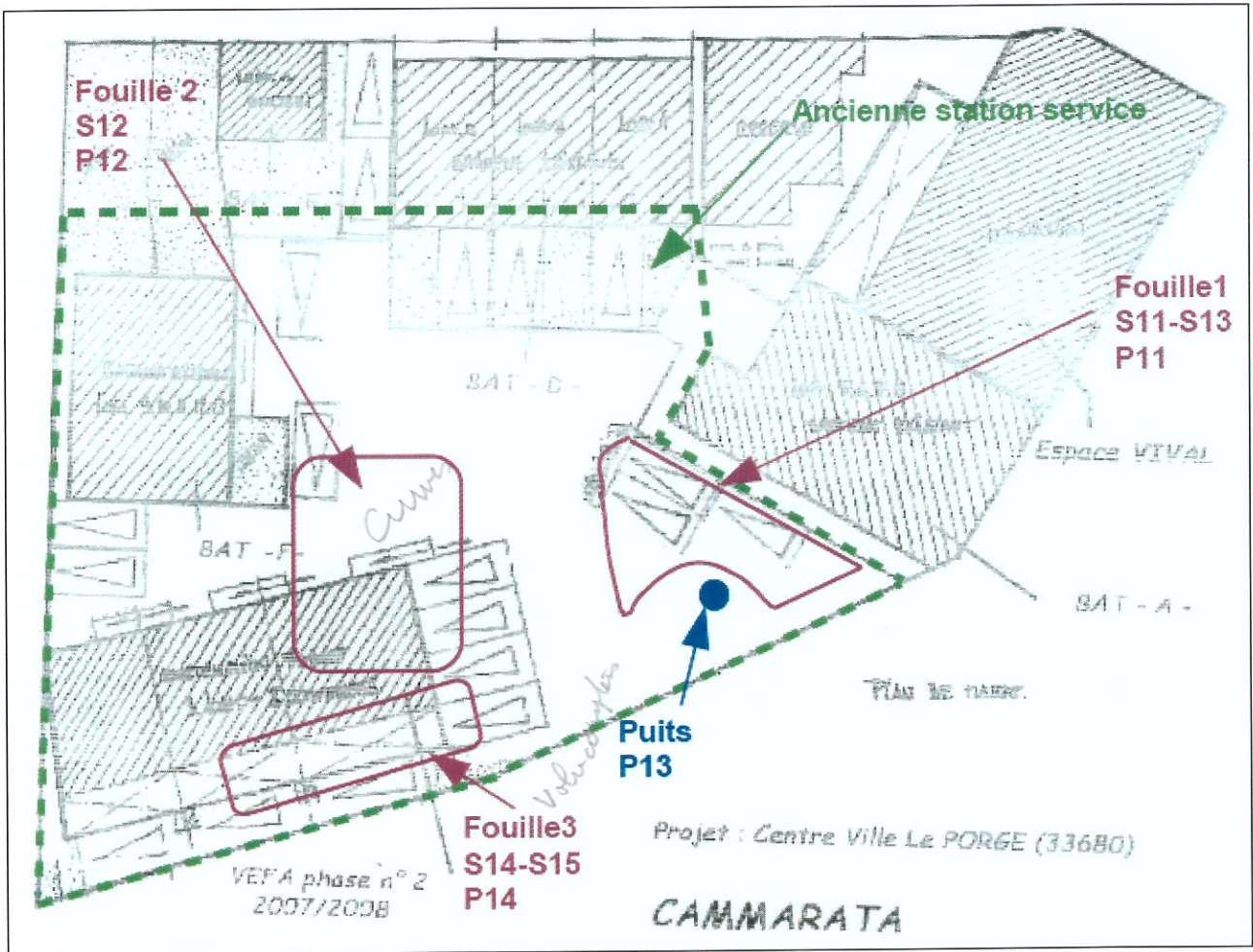


Figure 1 : cartographie des interventions sur fond de plan du projet futur

Les tableaux suivants illustrent le suivi des excavations avec la prise d'échantillons pour statuer sur la qualité résiduelle des sols et des eaux.





Fond de fouille 3

Remblai sain en fouille 1

Fouilles 2 et 3 remblayées

1.2 Résultats des analyses

Les résultats des analyses sur les sols confirment la dépollution du site, avec des teneurs résiduelles au-dessous de seuils de détection pour les échantillons pris latéralement en bordure de fouille.

Echantillon de sol	Fouille	Nature et position	Hydrocarbures en mg/kg
S11	1	Sable en fond de fouille	560
S12	2	Sable en flancs de fouille	< 50
S13	1	Sable en flancs de fouille	< 50
S14	3	Sable en fond de fouille	< 50
S15	3	Sables en flancs de fouille	< 50

Seul l'échantillon prélevé en fond de fouille 1 dans la zone saturée présente des traces d'hydrocarbures (teneur proche du seuil de 500 mg/kg utilisé pour qualifier les matériaux d'inertes). Ce prélèvement en sommet de zone saturée avec relargage observé d'hydrocarbures lié à l'action mécanique de terrassement à la pelle mécanique introduit cependant un biais d'échantillonnage et les valeurs à prendre en compte pour l'évaluation des risques sont celles issues des analyses sur les eaux.

Echantillon d'eau	Fouille	Nature et position	Hydrocarbures en mg/l
P11	1	Eau de surface irisée en fond de fouille	3,9
P12	2	Eau de surface irisée en fond de fouille	2,6
P13	Puits	Eau claire après pompage de purge	< 0,050
P14	3	Eau de surface irisée en fond de fouille	7

Pour les analyses concernant les eaux souterraines, il faut rappeler que 3 prélèvements ont été réalisés en fond de fouille et représentent donc le pire cas possible en raison du relargage mécanique et du mode de prélèvement majorant la proportion de surnageants hydrocarbures par rapport à un prélèvement en nappe par piézomètre. L'autre échantillon (P13) correspond à un prélèvement dans le puits après pompage de purge pendant 1h.

Le très fort contraste provient du relargage local par la pelle mécanique (irisations), du mode de prélèvement pessimiste en fond de fouille (prédominance des irisations) et du caractère protecteur du busage béton du puits (pas ou peu d'hydrocarbures en phase dissoute).

Pour le calcul de risques sanitaires, les analyses ont également porté sur les composés aliphatiques et aromatiques volatils.

Les résultats détaillés des analyses sont présentés dans le tableau suivant :

	Descr. échantillon	P11	%	P12	%	P13	%	P14	%
BTEX									
Benzène	µg/l	26		1,7		< 0,2		< 20	
Toluène	µg/l	14		0,56		< 0,2		50	
Ethylbenzène	µg/l	6,6		59		< 0,2		1400	
o-Xylène	µg/l	10		2,3		< 0,2		1200	
m,p-Xylène	µg/l	120		75		< 0,2		7100	
Xylènes	µg/l	130		77		--		8300	
Aromates somme (BTEX)	µg/l	180		140		--		9800	
Haphtalène	µg/l	4,2		40				120	
Huile minérale									
HTP (GC) C10-C16	µg/l	1100				-			
HTP (GC) C16-C22	µg/l	2100				-			
HTP (GC) C22-C30	µg/l	590				-			
HTP (GC) C30-C40	µg/l	28				-			
HTP (GC) (Somme)	µg/l	3900				< 50			
Fractions carbonées									
Aliphatiques >C5 - C6	mg/l			< 0,025				< 0,025	
Aliphatiques >C6 - C8	mg/l			< 0,025				0,5	59,5%
Aliphatiques >C8 - C10	mg/l			< 0,025				0,26	31,0%
Aliphatiques >C10 - C12	mg/l			0,059	3,9%			0,039	4,6%
Aliphatiques >C12 - C16	mg/l			0,46	30,7%			< 0,03	
Aliphatiques >C16 - C21	mg/l			0,69	46,0%			< 0,03	
Aliphatiques >C21 - C35	mg/l			0,29	19,3%			< 0,03	
Aliphatiques Totales	mg/l			1,5	57,7%			0,84	12,0%
Aromatiques C6 - C8	mg/l			< 0,025				0,06	1,0%
Aromatiques >C8 - C10	mg/l			0,14	12,7%			4,7	75,8%
Aromatiques >C10 - C12	mg/l			0,15	13,6%			1,4	22,6%
Aromatiques >C12 - C16	mg/l			0,24	21,8%			0,11	1,8%
Aromatiques >C16 - C21	mg/l			0,36	32,7%			< 0,03	
Aromatiques >C21 - C35	mg/l			0,19	17,3%			< 0,03	
Aromatiques totales	mg/l			1,1	42,3%			6,2	88,6%
HTP	mg/l			2,6				7	

L'échantillon P14, montrant la plus forte pollution, correspond à un échantillon prélevé en fond de fouille dans la zone définie comme polluée par des essences. Des hydrocarbures flottants (fine pellicule avec irisation en fond de tranchée) y ont été prélevés en même temps que l'eau souterraine.

Il est à noter que P13, situé à moins de trois mètres de la zone où P14 a été prélevé, correspond à un puits à busage béton. Les analyses n'y montrent pas de pollution dans l'eau souterraine. Ceci serait dû au fait que le tubage béton ne laisse pas passer les flottants prélevés en P14 : la pollution trouvée sur cette zone correspondrait donc essentiellement à la présence d'une fine pellicule de flottant, et non à la présence d'hydrocarbures dissous dans l'eau.

P11 correspond à une autre zone de pollution, ne montrant pas la même répartition carbonée qu'observée en P14.

Les résultats entre le prélèvement dans le puits et ceux dans les fouilles sont très contrastés. Les fouilles illustrent le pire cas possible, qui sera utilisé pour les calculs de risques sanitaires.

1.3 Interprétation et suites à donner

Compte-tenu des teneurs résiduelles observés dans les sols (contacts francs en limites de fouilles), les travaux d'excavation ont permis d'extraire les sources de pollution diagnostiquées et de réaliser leur remplacement par des remblais sains sur environ 1,50 m d'épaisseur (au-dessus de la zone saturée). Le risque d'impact environnemental et sanitaire à partir des sols a donc été rendu négligeable.

Les irisations observées dans l'eau en fond de fouille proviennent essentiellement du relargage mécanique dans la zone de battement de la nappe formant source de pollution résiduelle dans les eaux.

Les analyses réalisées sur des prélèvements d'eau très pessimistes (film superficiel d'hydrocarbure surreprésenté) montrent la présence de produits volatils pour lesquels le risque sanitaire doit être évalué dans l'hypothèse d'un usage sensible du site.

Deux principaux scénarios facteurs de risques sont envisageables :

- irrigation à partir d'eau puisée dans la nappe
- dégazage sous locaux d'habitation

A l'issue de cette évaluation quantitative du risque sanitaire, il pourra être statué sur l'habilitation du site à son usage futur résidentiel.

2 – Bases de l'évaluation des risques

2.1 Cadre et périmètre de l'étude

Dans le cadre d'affectation à un usage sensible du site ayant fait l'objet de travaux de dépollution, une pollution résiduelle par des hydrocarbures volatils a été identifiée localement dans l'eau souterraine.

L'objectif est ici de déterminer si le risque représenté par la présence d'hydrocarbures volatils dans l'eau est acceptable vis à vis de l'usage prévu sur site (logements et commerces).

L'étude s'appuiera sur des scénarios utilisés dans les Evaluations Détaillées des Risques, afin de quantifier le risque pour de futurs usagers, conformément au guide édité par le BRGM et le ministère de l'environnement : « Gestion des sites pollués – Evaluation Détaillée des Risques – version 0 de juin 2000 ».

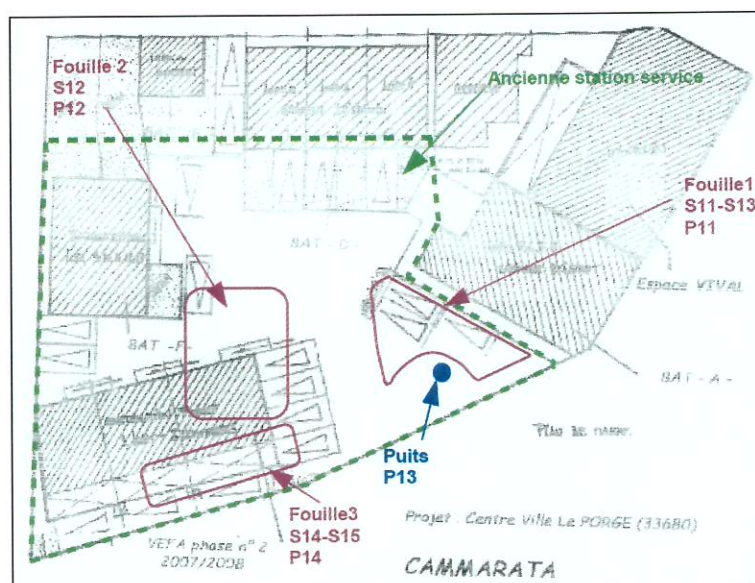
Le document de référence utilisé est la circulaire du décembre 1999 : « circulaire relative aux sites et sols pollués, principes de fixation des objectifs de réhabilitation », qui définit les valeurs seuils de référence pour les risques cancérogènes et toxicologiques (voir annexe 2).

Les valeurs seuils définies dans la circulaire sont :

- Risque cancérogène : ERI (Excès de Risque Individuel = probabilité d'apparition d'un cancer sur la vie entière) = 1.10^{-5}
- Risque toxicologique : IR (Indice de risque) = 1

2.2 Description sommaire du projet

Le projet de nouvel usage du site comprend la construction et l'occupation d'immeubles à usage commercial et d'habitations avec voirie et parking aérien.



2.3 Concentrations utilisées dans les calculs de risques

Afin de se placer dans l'hypothèse la plus sécuritaire, les concentrations utilisées seront les maxima observés sur site, sans tenir compte des différentes zones de pollution, à savoir :

	Descr. échantillon	Concentrations utilisées	%
BTEX			
Benzène	µg/l	26	
Toluène	µg/l	50	
Ethylbenzène	µg/l	1400	
Xylènes	µg/l	8300	
Naphtalène	µg/l	120	
Fractions carbonées			
Aliphatiques >C6 - C8	mg/l	0,5	59,5%
Aliphatiques >C8 - C10	mg/l	0,26	31,0%
Aliphatiques >C10 - C12	mg/l	0,039	4,6%
Aliphatiques Totales	mg/l	0,84	12,0%
Aromatiques C6 - C8	mg/l	0,06	1,0%
Aromatiques >C8 - C10	mg/l	4,7	75,8%
Aromatiques >C10 - C12	mg/l	1,4	22,6%
Aromatiques >C12 - C16	mg/l	0,11	1,8%
Aromatiques totales	mg/l	6,2	88,6%

Les hydrocarbures sont ici considérés comme dissous dans l'eau, ce qui n'est pas le cas dans la réalité (majoration dans les calculs).

2.4 Valeurs toxicologiques de référence

2.4.1 BTEX et naphtalène

2.4.1.1 Présentation

Les VTR utilisées et leur provenance sont regroupées dans le tableau suivant :

	ERUo (1/mg/kg-jour)	ERUi (1/mg/kg-jour)	DJTo (mg/kg-jour)	DJTi (mg/kg-jour)
Benzene	2,90E-02	2,90E-02	4,00E-03	1,71E-02
Ethylbenzene			1,00E-01	2,90E-01
Toluene			2,20E-01	1,43E+00
Xylènes totaux			2,00E-01	1,20E-01
Naphtalene	1,20E-01	1,19E-01	4,00E-02	8,60E-04

2.4.1.2 Justifications

Benzène

L'US EPA (IRIS) a établi un ERU_o entre 1,5 et $5,5 \cdot 10^{-2}$ (mg/kg/j)⁻¹ pour une exposition par voie orale (2000).

Cette valeur est extrapolée à partir de la relation dose-effet lors d'une exposition par inhalation. Le taux d'absorption par inhalation est estimé à 50 % de celui de la voie orale.

Cette estimation du taux d'absorption est effectuée à partir de nombreuses données d'études réalisées chez l'homme ou l'animal principalement celles utilisées pour l'établissement de l'ERU_i : à savoir les études épidémiologiques réalisées en milieu professionnel lors d'exposition par inhalation à des vapeurs de benzène (Rinsky *et al.*, 1981, 1987).

L'US EPA (IRIS) propose une RfD de $4 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j pour une exposition chronique par voie orale (2003).

Cette valeur est basée sur une extrapolation voie-à-voie de la dose repère modélisée à partir de l'étude de Rothman *et al.* (1996b) (voir explications de la RfC). La BMCL, égale à $8,2 \text{ mg/m}^3$ (après ajustement pour une exposition continue) a servi à calculer une RfD de $4 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j, en se basant sur un taux d'absorption de 50 % par inhalation, et de 100 % par voie orale.

Facteurs d'incertitude : Les mêmes facteurs d'incertitude que pour la RfC ont été appliqués.

$$\text{Calcul : } 8,2 \text{ mg/m}^3 \times 20 \text{ m}^3/\text{j} \times 0,5/70 \text{ kg} \times 1/300 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mg/kg/j}$$

L'OEHHA propose un REL de $0,06 \text{ mg/m}^3$ pour une exposition chronique par inhalation (2003), transformé dans RISC4 en $1,71 \cdot 10^{-2}$ (mg.kg.j)

Cette valeur a été établie à partir d'une étude épidémiologique sur une cohorte de 303 travailleurs exposés au benzène durant 1 à 21 ans dans une raffinerie de 1952 à 1978 (Tsai *et al.*, 1983). Les expositions au benzène ont été déterminées par des analyseurs individuels. Aucun effet n'a été noté sur les paramètres sanguins, pour une concentration moyenne dans l'air ambiant de 0,53 ppm. Bien que l'exposition moyenne ne soit que de 7,4 ans, l'exposition a été considérée comme chronique car 32 % des travailleurs étaient exposés depuis plus de 10 ans. L'exposition moyenne des travailleurs a été estimée à 0,19 ppm.

Facteurs d'incertitude : un facteur 10 a été appliqué pour la variabilité au sein de la population.

$$\text{Calcul : } 0,19 \text{ ppm} \times 1/10 = 0,019 \text{ ppm} (0,06 \text{ mg/m}^3)$$

L'US EPA a établi un ERU_i entre 2,2 et $7,8 \cdot 10^{-6}$ ($\mu\text{g/m}^3$)⁻¹, transformé dans RISC4 en $2,9 \cdot 10^{-2}$ (1/mg.kg.j)

Cette valeur a été établie à partir d'études épidémiologiques portant sur la survenue de leucémies lors d'expositions professionnelles par inhalation à des vapeurs de benzène (Rinsky *et al.*, 1981).

Ethylbenzène

L'US EPA (IRIS) propose un RfD de 10^{-1} mg/kg/j pour une exposition chronique par voie orale.

Cette valeur a été établie à partir de l'étude de Wolf *et al.*, (1956). Après gavage des rats 5 jours par semaine pendant 182 jours à 13,6, 136, 408 ou à 680 mg/kg/j d'éthylbenzène en solution dans

de l'huile d'olive, un NOAEL de 97,1 mg/kg/j (136 x 5/7) a été calculé pour une toxicité hépatique et rénale.

Facteur d'incertitude : Un facteur de 1 000 a été appliqué. Un facteur de 10 pour la variation intra-espèce, un facteur de 10 pour la variabilité au sein de la population humaine et un facteur de 10 pour l'extrapolation des données sub-chroniques en données chroniques.

Calcul : $97,1 \text{ mg/kg/j} \times 1/1\,000 = 0,097 \text{ mg/kg/j}$ (arrondi à 10^{-1} mg/kg/j)

L'US UPA propose un RfC de 1 mg/m³ pour une exposition chronique par voie pulmonaire, transformé dans RISC 4 en $2,9 \cdot 10^{-1} \text{ (mg/kg/j)}$.

Cette valeur a été établie à partir de la même étude critique prise en compte par L'ATSDR. Des rats et des lapins ont été exposés à 434 ou à 4342 mg/m³ d'éthylbenzène 7 heures par jour, 7 jours par semaine du 1er jour au 19ème jour de gestation (Andrew et al., 1981). Un NOAEL de 434 mg/m³ pour les effets toxiques sur la reproduction et le développement a été déterminé pour les deux espèces et a servi au calcul d'un RfC de 1 mg/m³ pour des expositions chroniques à l'éthylbenzène par inhalation.

Facteur d'incertitude : Un facteur d'incertitude de 300 a été appliqué. Un facteur 10 pour la variabilité au sein de la population, un facteur 3 pour le fait que l'étude a été réalisée chez les rats et chez les lapins et un facteur de 10 pour tenir compte des reproductions multigénérationnelles et du manque d'études chroniques.

Calcul : $434 \text{ mg/m}^3 \times 1/300 = 1,44 \text{ mg/m}^3$ (arrondie à 1 mg/m^3)

Toluène

Santé Canada a établi une DJA de 0,22 mg/kg/j pour une exposition chronique par voie orale (1991).

Cette valeur a été établie à partir d'une étude expérimentale chez des rats exposés au toluène par gavage durant 13 semaines (5 j/sem) (NTP, 1990). A 625 mg/kg/j, une augmentation du poids relatif du foie et des reins a été notée. Aucun effet n'a été relevé à 312 mg/kg/j, qui est donc un NOAEL pour cette étude.

Facteurs d'incertitude : un facteur 10 a été appliqué pour l'utilisation d'une étude subchronique, un facteur 10 pour l'extrapolation à l'homme (variabilité inter-spécifique) et un facteur 10 pour la variabilité au sein de la population (variabilité intra-spécifique).

Calcul : $312 \text{ mg/kg/j} \times (5/7) \times 1/1\,000 = 0,22 \text{ mg/kg/j}$

L'US EPA (IRIS) propose une RfC de 5 mg/m³ (2005) transformé dans RISC 4 en 1,43 (mg/kg/j).

Cette valeur est établie à partir d'études épidémiologiques pour des expositions professionnelles au toluène (Abbate et al., 1993 ; Boey et al., 1997 ; Cavalleri et al., 2000 ; Eller et al., 1999 ; Foo et al., 1990 ; Murata et al., 1993 ; Nakatsuka et al., 1992 ; Neubert et al., 2001 ; Vrca et al., 1995 ; Zavalic et al., 1998a). L'effet le plus sensible est l'effet neurologique correspondant à des troubles de la vision en couleur, des altérations de l'audition, une diminution des performances lors d'analyse de comportement, des altérations de la vitesse de conduction nerveuse moteur et sensorielle, des maux de tête et des étourdissements. La plupart des études ont identifié des NOAELs de l'ordre de 25 à 50 ppm (96 à 191 mg/m³) ce qui permet de déterminer un NOAEL moyen* de 34 ppm (128 mg/m³) puis un NOAEL ajusté de 46 mg/m³. Ce dernier prend en compte

le volume d'air inhalé au cours de 8 heures de travail (10 m^3), le volume d'air inhalé pendant 24 heures (20 m^3) et rapporte l'exposition de la semaine de travail (5 j) à une semaine complète (7 j).

* Moyenne arithmétique

Facteurs d'incertitude : un facteur de 10 est appliqué pour tenir compte des différences intraespèces.

$$\text{Calcul : } 128 \text{ mg/m}^3 \times 10 \text{ m}^3 / 20 \text{ m}^3 \times 5 \text{ j} / 7 \text{ j} \times 1/10 = 46 \text{ mg/m}^3 \times 1/10 = 4,6 \text{ mg/m}^3 \text{ (} 5 \text{ mg/m}^3 \text{)}$$

Xylènes

L'ATSDR propose un MRL de 0,2 mg/kg/j pour une exposition de durée moyenne par voie orale à un mélange de xylènes.

Cette valeur a été calculée à partir d'un LOAEL de 150 mg/kg/jour établie par Condie *et al.*, 1988 pour une toxicité rénale chez les rats induite par une exposition à un mélange de xylènes pendant 90 jours.

Facteurs d'incertitude : un facteur de 10 est appliqué car la valeur utilisée est un LOAEL, un facteur de 10 pour l'extrapolation de l'animal à l'humain et un facteur de 10 pour la variabilité au sein de la population.

$$\text{Calcul : } 150 \text{ mg/kg/jour} \times 1/1000 = 0,15 \text{ mg/kg/jour (arrondi à } 0,2 \text{ mg/kg/jour)}$$

L'ATSDR propose un MRL de 0,1 ppm ($0,435 \text{ mg/m}^3$) pour une exposition chronique par voie pulmonaire à un mélange de xylènes, transformé dans RISC 4 en $1,2 \cdot 10^{-1} \text{ (mg/kg/j)}$.

Cette valeur a été calculée à partir d'un LOAEL de 14 ppm ($60,9 \text{ mg/m}^3$) obtenu pour un mélange de xylènes et pour des effets neurotoxiques tels que l'augmentation de l'anxiété, une difficulté à se concentrer, une perte de mémoire, une irritation du nez et des yeux, des vertiges et des maux de gorges chez les travailleurs (Uchida *et al.*, 1993).

Facteurs d'incertitude : un facteur de 10 est appliqué car la valeur utilisée est un LOAEL et un facteur de 10 pour la variabilité au sein de la population.

$$\text{Calcul : } 14 \text{ ppm} \times 1/100 = 0,14 \text{ ppm (arrondi à } 0,1 \text{ ppm (} 0,435 \text{ mg/m}^3 \text{)}$$

Naphtalene

Le RIVM propose un TDI de $4 \cdot 10^{-2} \text{ mg/kg/j}$ pour une exposition chronique par voie orale (Baars *et al.*, 2001).

Cette valeur a été élaborée pour les hydrocarbures aromatiques comportant de 10 à 16 carbones et qui ne sont pas considérés comme cancérigènes (Baars *et al.*, 2001).

La méthodologie ayant conduit à cette valeur de risque (et aussi à celles correspondant à d'autres fractions du pétrole) est issue des travaux réalisés en 1997 par le TPHCWG (Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group). Elle est explicitée dans le document du RIVM.

L'OEHHA propose un ERU_o de $1,2 \cdot 10^{-1} \text{ (mg/kg/j)}^{-1}$ et un ERU_i de $3,4 \cdot 10^{-5} \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)}^{-1}$ (transformé dans RISC 4 en $1,19 \cdot 10^{-1} \text{ (mg/kg/j)}$) pour une exposition chronique par voie orale et par inhalation (2005)

Ces valeurs ont été élaborées à partir des études du NTP (1992 et 2000), principalement à partir des données obtenues chez les souris femelles (NTP, 1992) et chez les rats mâles et femelles (NTP, 2000).

L'étude du NTP (1992) a montré, entre autre, une augmentation de l'incidence des adénomes et des carcinomes bronchio-alvéolaires chez les souris B6C3F1 femelles. L'étude du NTP (2000) a mis en évidence une augmentation de l'incidence des neuroblastomes de l'épithélium nasal olfactif chez les rats F344 mâles et femelles ainsi qu'une augmentation de l'incidence des adénomes de l'épithélium respiratoire chez les rats mâles. Sur la base de ces résultats, l'OEHHA a calculé un ERU_o et un ERU_i. Comme le montre le tableau de la page suivante, un potentiel cancérigène, exprimé en (mg/kg.j)⁻¹ a d'abord été calculé pour chaque espèce et sexe étudié ainsi que pour chaque type de tumeurs observées, à l'aide d'un modèle linéaire multiétape (Armitage et Doll, 1954).

L'US EPA (IRIS) propose une RfC de 3.10⁻³ mg/m³ transformé dans RISC 4 en 8,6.10⁻⁴ (mg/kg/j) pour une exposition chronique par voie respiratoire (1998).

Le NTP (1992) propose un LOAEL ajusté (HEC) de 9,3 mg/m³ pour une hyperplasie de l'épithélium respiratoire et une métaplasie de l'épithélium olfactif chez les souris B6C3F1. Ce LOAEL a été utilisé par l'US EPA (IRIS) pour calculer une RfC de 3.10⁻³ mg/m³ pour une exposition chronique par voie respiratoire au naphthalène.

Facteur d'incertitude : un facteur de 3 000 est appliqué. Un facteur de 10 pour l'extrapolation de la souris vers l'homme, un facteur de 10 afin de protéger la population sensible au naphthalène, un facteur de 10 pour l'extrapolation d'un LOAEL vers un NOAEL et un facteur de 3 pour l'insuffisance des données.

2.4.2 Fractions carbonées

Les VTR utilisées sur les fractions carbonées sont regroupées dans le tableau suivant :

VTR	ERU _i (mg/kg.j) ⁻¹	DJT _i (mg/kg.j)	ERU _o (mg/kg.j) ⁻¹	DJT _o (mg/kg.j)	ERU _c (mg/kg.j) ⁻¹	DJT _c (mg/kg.j)
TPH Aliphatic C5-6	-	5,0E+00	-	5,0E+00	-	5,0E+00
TPH Aliphatic C6-8	-	5,0E+00	-	5,0E+00	-	5,0E+00
TPH Aliphatic C8-10	-	2,7E-01	-	1,0E-01	-	1,0E-01
TPH Aliphatic C10-12	-	2,7E-01	-	1,0E-01	-	1,0E-01
TPH Aliphatic C12-16	-	2,7E-01	-	1,0E-01	-	1,0E-01
TPH Aliphatic C16-35	-	-	-	2,0E+00	-	2,0E+00
TPH Aromatic C5-7	-	1,1E-01	-	2,0E-01	-	2,0E-01
TPH Aromatic C7-8	-	1,1E-01	-	2,0E-01	-	2,0E-01
TPH Aromatic C8-10	-	5,5E-02	-	4,0E-02	-	4,0E-02
TPH Aromatic C10-12	-	5,5E-02	-	4,0E-02	-	4,0E-02
TPH Aromatic C12-16	-	5,5E-02	-	4,0E-02	-	4,0E-02
TPH Aromatic C16-21	-	-	-	3,0E-02	-	3,0E-02
TPH Aromatic C21-35	-	-	-	1,0E+00	-	1,0E+00

Les seules VTR disponibles sont pour les effets à seuil. La source de ces VTR est l'US EPA. Il est à noter que seules les fractions inférieures à C16 disposent de VTR pour les risques par inhalation.

Ceci ne veut pas dire que les autres fractions ne sont pas toxiques mais que, dans l'état actuel des connaissances, aucune valeur toxicologique de référence n'existe pour ces composés.

2.5 Présentation de l'outil de modélisation

Le logiciel RISC 4, développé par Lynn R. SPENCE pour la société BP OIL, est un outil de modélisation d'exposition pour le calcul des risques vis à vis de la santé humaine, avec implémentation de modèles de transport. Le principal domaine d'application est le calcul de risques cancérigènes et toxicologiques, faisant partie intégrante des EDR santé. Sous une ergonomie facilitée, il reprend les équations du modèle RBCA, qui reprend les équations du modèle « Soil Screening Guidance », développé par l'US EPA.

Les logiciels les plus connus dans la même gamme que RISC 4 sont :

- RBCA Tool Kit
- HESP 2

Les avantages de RISC 4 sont :

- Il est reconnu par l'US EPA et considéré comme plus convivial que ses concurrents.
- Il intègre les risques additifs dus à la présence de plusieurs substances, ce qui n'est pas le cas pour RBCA et HESP
- Il prend en compte l'ingestion de végétaux poussant sur un sol pollué, ce qui n'est pas le cas de ses concurrents.

Les inconvénients du logiciel sont principalement, comme pour ses concurrents, les limites des modèles et des équations, présentés en annexe 1. La configuration nécessaire pour l'exploitant est un ordinateur équipé d'Excel. Le logiciel intègre un des modules de calcul de RBCA (RBCA Tier 1 utilisable pour des calculs rapides).

Les paramètres d'exposition « par défaut » de RISC 4 sont tirés de la littérature (dossiers de l'US EPA) et peuvent être adaptés aux populations françaises et notamment à la cible « enfant » puisqu'ils sont modifiables. La base de données « CIBLEX », éditée par l'ADEME le 16 février 2004 et recensant les principaux paramètres d'exposition pour la population française (poids, surface cutanée, ...), permet d'adapter les paramètres d'exposition à des cibles françaises.

RISC 4 offre aussi la possibilité de réaliser une étude statistique par le modèle Monte-Carlo, afin d'effectuer une approche non déterministe.

3 - Calcul de risques

L'objectif de cette partie est de calculer :

- Les risques pour les effets sans seuil (substances cancérogènes)

$$\text{ERI} = \text{DJE} \cdot \text{ERU}$$

ERI = Excès de Risque Individuel (= probabilité d'apparition d'un cancer sur la vie entière)

DJE = Dose Journalière absorbée pour la substance considérée, calculée par le modèle d'exposition

ERU = Excès de Risque Unitaire (= facteur de conversion entre dose et risque, défini par les autorités sanitaires compétentes)

Pour chaque substance, les ERI calculés pour chaque voie d'exposition sont à additionner pour obtenir l'ERI global de la substance, qui doit être inférieur à $1 \cdot 10^{-5}$ pour présenter un risque acceptable.

- Les risques pour les effets avec seuil

$$\text{IR} = \text{DJE} / \text{DJT}$$

IR = Indice de risque

DJT = Dose journalière tolérable pour la substance, définie par les autorités sanitaires compétentes

Les IR de plusieurs substances agissant sur une même cible toxicologique peuvent être additionnés. La valeur seuil est égale à 1.

Cette évaluation du caractère tolérable du risque est basée sur la comparaison entre les niveaux d'exposition prévisibles pour les usagers futurs du site et les valeurs d'exposition environnementale de référence pour les éléments cancérogènes et non cancérogènes.

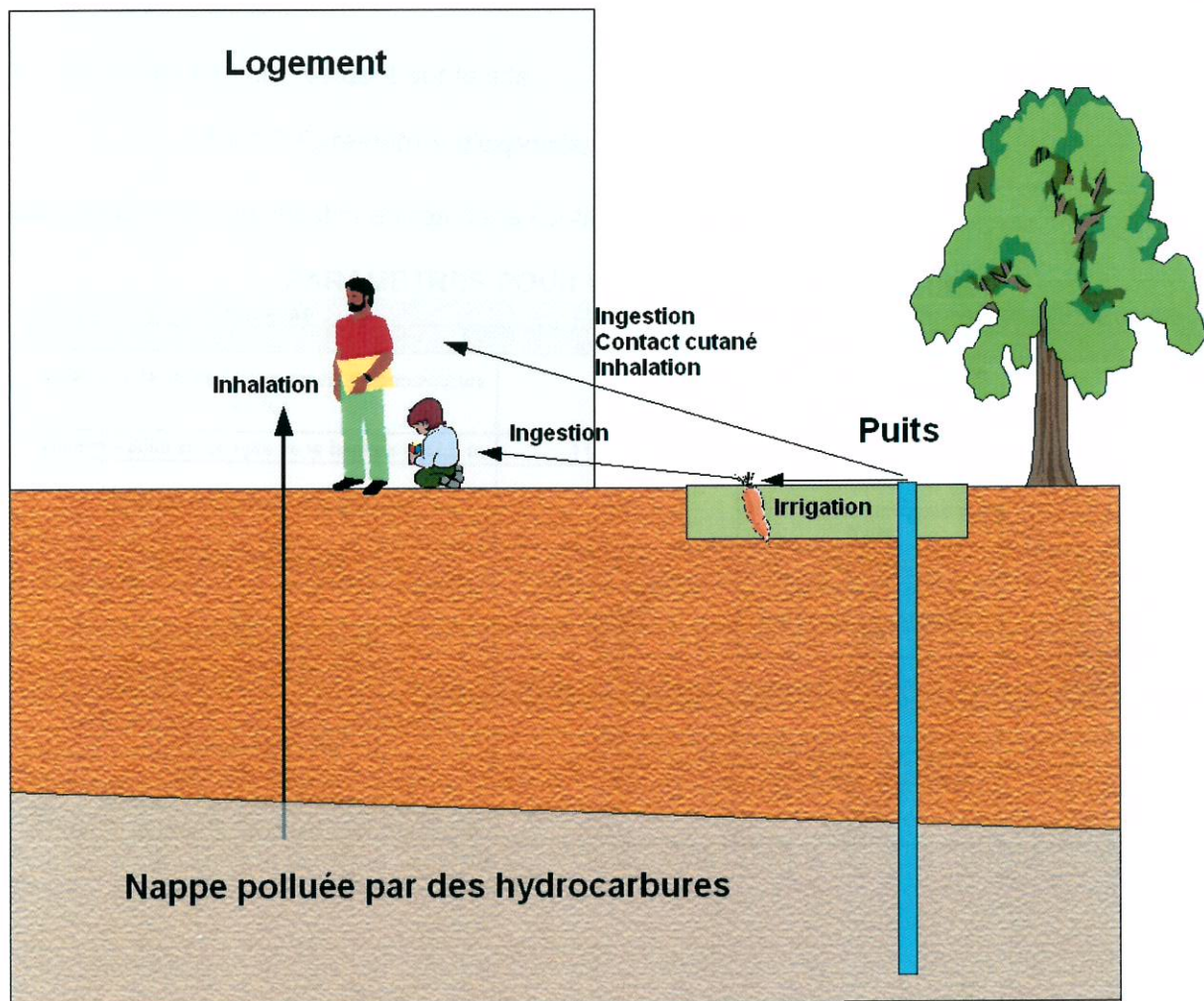
Un scénario va être pris en compte avec deux usages :

- Utilisation de l'eau souterraine pour l'irrigation avec ingestion de végétaux consommables
- Inhalation par dégazage provenant de l'eau dans un logement

3.1 Scénario d'usage du site

3.1.1 Hypothèses

L'hypothèse de ce scénario est la présence d'usagers sur le site, selon des usages supposés de la nappe :



3.1.1.1 Voies d'exposition

Les voies d'exposition retenues sont :

- L'inhalation de particules d'eau
- L'ingestion d'eau souterraine pendant l'arrosage
- Le contact cutané avec l'eau
- L'ingestion de végétaux consommables
- L'inhalation en intérieur



PARAMETRES D'EXPOSITION

Paramètres	Valeur pour un enfant moyen	Source	Effet sur les calculs de risque	Valeur pour un adulte moyen	Source	Effet sur les calculs de risque
Durée de vie (an)	70	INERIS	-	70	INERIS	-
Poids (kg)	17,2	Ciblex - moyenne sur 2 à 7 ans	-	67,3	Ciblex - moyenne sur 17 ans et +	-
Fréquence d'exposition à l'eau d'irrigation - j/an	20	RISC 4	-	20	RISC4	-
Durée d'exposition à l'eau d'irrigation- an	6	INERIS	Majoration	24	INERIS	Majoration
Quantité d'eau ingérée - ml/h	10	RISC 4	-	10	-	-
Temps en contact avec l'eau - h/j	0,5	RISC 4	-	0,5	RISC 4	Fortes majoration
Surface totale en contact (cm ²) - tête + mains + jambes	3300	Ciblex - moyenne sur 2 à 7 ans	Majoration	8034	Ciblex - moyenne sur 17 ans et +	Majoration
Taux d'inhalation à l'extérieur (m3/h)	0,49	CIBLEX	-	0,833	RISC4	Majoration
Longueur du spray d'eau - m	10	RISC 4	-	10	RISC4	-
Débit du sprinkler - l/min	30	RISC 4	-	30	RISC4	-
Vitesse du vent - m/s	2	Hypothèse	-	2	Hypothèse	-
Fréquence d'exposition aux végétaux consommables - j/an	90	Hypothèse	-	90	Hypothèse	-
Quantité de plantes racines ingérée (mg/j)	48,2	Ciblex - données sur les pommes de terre	-	48,2	Ciblex - données sur les pommes de terre	-
Quantité de plantes hors sol ingérée (mg/j)	55	Ciblex - moyenne entre les légumes feuille et les céréales	-	55	Ciblex - moyenne entre les légumes feuille et les céréales	-
Teneur en matière organique du sol	3,0%	Hypothèse	-	3,0%	Hypothèse	-
Fraction de plantes provenant du jardin ingérées - correspond au pourcentage de plantes provenant du jardin pour un jour d'alimentation normale	50%	Hypothèse	Majoration	50%	Hypothèse	Majoration
Fréquence d'exposition dans le logement	14 h/j, 5j/7 hiver 23h/j 2j/7 hiver, 16h/j, 7j/7 été soit 247 jours par an de 24 h	Hypothèse	14 h/j, 5j/7 hiver 23h/j 2j/7 hiver, 12h/j, 7j/7 été soit 217 jours par an de 24 h	Hypothèse		
Durée d'exposition	6	INERIS	24	INERIS		
Taux d'inhalation à l'intérieur (m3/h)	0,49	CIBLEX	-	0,833	RISC4	-

Les fréquences d'exposition sont ici majorantes.



3.1.2 Calculs de risques

Les résultats des calculs de risques sont regroupés dans les tableaux suivants :

RISQUES CANCEROGENES

	Concentration dans le logement (mg/m3)	Ingestion d'eau d'irrigation	Inhalation des particules d'eau	Contact cutané avec l'eau	Ingestion de végétaux consommables	Inhalation en intérieur	ERI total	% du risque tot
Enfant moyen								
Benzène	7,70E-05	1,00E-09	5,4E-10	6,6E-09	8,4E-08	8,9E-08	1,8E-07	2,1%
Haphtalène	4,50E-05	2,00E-08	6,1E-09	4,0E-07	7,9E-06	2,1E-07	8,5E-06	97,9%
							8,7E-06	100,0%
Adulte moyen								
Benzène	7,70E-05	1,10E-09	5,50E-10	1,8E-08	8,6E-08	1,4E-07	2,5E-07	2,5%
Haphtalène	4,50E-05	2,00E-08	6,3E-09	1,1E-06	8,1E-06	3,2E-07	9,5E-06	97,5%
							9,8E-06	100,0%

Les résultats montrent des risques juste inférieurs à la valeur seuil. Les principaux risques sont liés aux voies découlant de l'utilisation de l'eau souterraine pour l'irrigation. Les risques liés à l'inhalation à l'intérieur du logement sont 10 fois inférieurs à la valeur seuil (3.10^{-7} pour un enfant et $4,6.10^{-7}$ pour un adulte).

RISQUES TOXICOLOGIQUES

	Concentration dans le logement (mg/m3)	Ingestion d'eau d'irrigation	Inhalation des particules d'eau	Contact cutané avec l'eau	Ingestion de végétaux consommables	Inhalation en intérieur	IR total	% du risque tot
Enfant moyen								
Benzène	7,70E-05	1,00E-04	1,3E-05	6,6E-04	8,4E-03	2,1E-03	1,1E-02	0,6%
Ethylbenzène	3,90E-03	2,20E-04	3,6E-05	5,0E-03	4,7E-02	6,2E-03	5,8E-02	3,2%
Haphtalène	4,50E-05	4,80E-05	7,0E-04	1,0E-03	1,9E-02	2,4E-02	4,5E-02	2,5%
Toluène	1,50E-04	3,60E-06	2,7E-07	4,9E-05	4,9E-04	4,7E-05	5,9E-04	0,0%
Aliphatiques >C6 - C8	1,90E-02	1,60E-06	7,8E-07	1,4E-04	1,5E-03	1,8E-03	3,4E-03	0,2%
Aliphatiques >C8 - C10	1,54E-02	4,10E-05	6,8E-06	9,4E-03	1,6E-01	2,6E-02	2,0E-01	10,8%
Aliphatiques >C10 - C12	3,30E-03	6,20E-06	9,4E-07	3,6E-03	9,7E-02	5,6E-03	1,1E-01	5,9%
Aromatiques C5 - C7	1,90E-04	4,80E-06	4,50E-06	2,6E-05	3,2E-04	8,0E-04	1,2E-03	0,1%
Aromatiques >C8 - C10	1,90E-02	1,90E-03	6,10E-04	3,4E-02	5,6E-01	1,6E-01	7,6E-01	41,8%
Aromatiques >C10 - C12	3,50E-03	5,60E-04	1,70E-04	1,5E-02	2,6E-01	3,0E-02	3,1E-01	16,9%
Aromatiques >C12 - C16	1,50E-04	4,40E-05	1,20E-05	1,9E-03	3,7E-02	1,3E-03	4,0E-02	2,2%
Xylènes	2,30E-02	6,60E-04	5,2E-04	1,6E-02	1,8E-01	8,9E-02	2,9E-01	15,8%
							1,8E+00	100,0%
Adulte moyen								
Benzène	7,70E-05	2,60E-05	3,2E-06	4,5E-04	2,2E-03	8,0E-04	3,5E-03	0,6%
Ethylbenzène	3,90E-03	5,70E-05	9,2E-06	3,4E-03	1,2E-02	2,4E-03	1,8E-02	3,3%
Haphtalène	4,50E-05	1,20E-05	1,8E-04	6,8E-04	4,9E-03	9,2E-03	1,5E-02	2,8%
Toluène	1,50E-04	9,30E-07	7,0E-08	3,3E-05	1,3E-04	1,8E-05	1,8E-04	0,0%
Aliphatiques >C6 - C8	1,90E-02	4,10E-07	2,0E-07	9,8E-05	3,9E-04	6,8E-04	1,2E-03	0,2%
Aliphatiques >C8 - C10	1,54E-02	1,10E-05	1,7E-06	6,4E-03	4,0E-02	1,0E-02	5,6E-02	10,5%
Aliphatiques >C10 - C12	3,30E-03	1,60E-06	2,4E-07	2,4E-03	2,5E-02	2,2E-03	3,0E-02	5,5%
Aromatiques C5 - C7	1,90E-04	1,20E-06	1,20E-06	1,8E-05	8,2E-05	3,1E-04	4,1E-04	0,1%
Aromatiques >C8 - C10	1,90E-02	4,80E-04	1,60E-04	2,3E-02	1,4E-01	6,2E-02	2,3E-01	41,8%
Aromatiques >C10 - C12	3,50E-03	1,40E-04	4,30E-05	1,0E-02	6,6E-02	1,1E-02	8,7E-02	16,2%
Aromatiques >C12 - C16	1,50E-04	1,10E-05	2,90E-06	1,3E-03	9,5E-03	4,9E-04	1,1E-02	2,1%
Xylènes	2,30E-02	1,70E-04	1,3E-04	1,1E-02	4,6E-02	3,4E-02	9,1E-02	16,9%
							5,4E-01	100,0%

Les résultats montrent des risques inacceptables pour un enfant, principalement en raison des voies découlant de l'utilisation de l'eau souterraine pour l'irrigation.

Si l'on ne considère que le dégazage provenant de la nappe dans le logement, les risques sont au moins trois inférieurs à la valeur seuil (0,35 pour un enfant et 0,13 pour un adulte).

Ce scénario, réalisé dans des conditions majorantes (notamment sur la fréquence d'exposition) avec les concentrations maximales trouvées sur site, montre une incompatibilité entre la santé des futurs usagers et l'usage de l'eau pour l'irrigation.

Par contre, sur ces mêmes bases majorantes et dans l'état actuel des connaissances, les risques liés au dégazage des hydrocarbures dans les bâtiments sont faibles.

Ainsi, la dépollution de la nappe ne serait pas nécessaire si aucun pompage de cette dernière pour l'irrigation n'est réalisé.

3.2 Analyse des incertitudes

Une analyse des incertitudes est nécessaire afin de déterminer la validité des résultats, comme il l'est indiqué page 37 dans le bloc 5 du guide EDR « Evaluation détaillée des risques pour la santé » : *les hypothèses et les facteurs d'incertitude doivent être spécifiés pour mettre en perspective les résultats obtenus par rapport à la réalité.*

Les équations de RISC 4 sont linéaires et ne contiennent pas de puissance : tous les paramètres ont le même poids sur les résultats. Les causes majeures d'incertitudes se trouvent donc dans les paramètres les plus sensibles, à savoir qui ont la plus grande variation et la plus grande incertitude (majorante sur le résultat) :

- **La valeur toxicologique de référence**
- **Les concentrations utilisées : ici, on a pris les concentrations maximales**
- **Les paramètres d'exposition et plus particulièrement l'ingestion d'eau, de plantes, la durée d'exposition, la fréquence d'exposition, ...**

Les incertitudes sur ces paramètres ne sont pas réellement quantifiables. Pour les paramètres d'exposition, une des solutions est de les faire varier tous en même temps, par l'intermédiaire de Monte-Carlo. Cette approche permet de diminuer quelque peu les incertitudes et donne une vision plus pertinente des risques réels.

Ici, le choix a été de se placer dans les pires cas possibles, en utilisant des valeurs déterministes majorantes (notamment dans le cas d'un enfant moyen) et la concentration dans l'eau pour calculer les risques par inhalation (forte majoration).

L'incertitude sur les VTR ne peut être gérée, bien que la plus importante. Ici, les VTR pour une exposition chronique étaient les plus adaptées, compte tenu de la durée d'exposition et du fait qu'elles soient conservatrices sur les résultats.

Le plus important reste avant tout de garder un œil critique sur les résultats : une analyse pertinente des risques calculés auxquels sont exposées les différentes cibles est indispensable. Il ne suffit donc pas de ne se fier qu'aux résultats obtenus, en gardant à l'esprit qu'ils sont systématiquement majorants.

Dans le cadre de notre étude, les risques sont acceptables pour les futurs usagers si aucun pompage pour l'irrigation n'est réalisé. S'agissant d'une nappe superficielle non utilisée pour l'alimentation en eau potable, une restriction d'usage locale paraît le moyen de prévention adapté.

3.3 Vérification par mesurage sur le terrain

Les calculs montrant un risque acceptable en cas de dégazage sous locaux d'habitation sont basés sur une modélisation à partir de concentrations dans la nappe.

Une vérification partielle a été réalisée sur le terrain le 27 octobre 2006, soit 3 semaines après la fin des travaux d'excavation et de remblaiement.

Un dispositif de mesurage des produits volatils dans l'air du sol a été mis en place sur 3 points à l'aplomb de l'ancienne fouille 3. Les cannes crépinées ont été descendues entre 0,80 et 1 m pour une prise de mesure de l'atmosphère de la zone non saturée à l'aide d'un appareil de type PID (méthode de détection par photo-ionisation).

Aucun dégazage n'a été mesuré, au seuil de détection de 0,1 ppm dans l'air du sol, à 1 m de profondeur et environ 0,50 m au-dessus de la nappe incriminée dans la zone représentant le pire cas possible.

4 – Synthèse et recommandations

4.1 Synthèse

Les opérations d'excavation des sols pollués ont permis d'extraire 300 tonnes de matériaux pollués très localisés, montrant un contact franc avec les sables sains résiduels.

Ces matériaux ont été évacués par 12 semi-remorques avec traçabilité par BSD les 3 et 4 octobre 2006 pour traitement en biocentre sur le site SECHE (53).

Le prélèvement d'eau dans le puits situé sur le site à moins de 10 mètres des fouilles réalisées n'a pas montré la présence d'hydrocarbures au seuil 0,050 mg/l, comme lors du dernier prélèvement en juillet 2006.

Les relargages d'hydrocarbures formant des irisations au sommet de la nappe dans les fouilles ont été analysés pour représenter le pire cas possible de teneurs résiduelles dans la nappe, en vue de statuer sur l'habilitation du site vis-à-vis d'un futur usage résidentiel.

Les calculs en hypothèses majorantes ont montré un risque acceptable vis-à-vis du dégazage dans les locaux d'habitation et inacceptable pour l'irrigation à partir de l'eau de la nappe.

4.2 Recommandations

Compte-tenu du mode de calcul prenant en compte le pire cas possible de concentrations observées dans l'eau des fouilles, les résultats du calcul de risque sont valables quelle que soit la géométrie du futur projet immobilier, y compris en cas de changement de localisation des usages les plus sensibles (locaux d'habitations).

Les analyses réalisées sur site après enlèvement des terres polluées montrent la présence d'hydrocarbures dans la nappe (surtout présence d'un flottant de faible épaisseur, sans présence d'hydrocarbures dissous).

Les résultats des calculs de risque, dans des conditions majorantes (en application du principe de précaution), ont montré que la présence d'hydrocarbures induirait des risques si la nappe était utilisée pour l'irrigation. Les risques liés au dégazage dans les futurs logements sont, dans l'état actuel des connaissances, faibles.

Ainsi, il est proposé de laisser la nappe dans son état actuel (le dégazage, dans l'état actuel des connaissances, n'induit que peu de risques pour la santé) mais d'imposer des restrictions d'usage sur l'utilisation de cette dernière : la mise en place de puits privés sur le site pour l'irrigation sera interdite, sauf étude préalable avec analyses complètes sur prélèvements et évaluation des risques selon l'exposition.

De même, les fouilles atteignant la nappe doivent être réalisées avec précaution et faire l'objet d'une information sur la présence éventuelle d'irisations d'hydrocarbures dans les tranchées afin de limiter les contacts avec les produits pétroliers.

→ sur quelle surface? RAS

ANNEXES

Annexe 1 : Bordereaux d'analyses de sols





— analytico®

ARCAGEE
à l'att. de Thierry MAUBOUSSIN
23, av. Alfred Grimal
F-33200 Bordeaux
FRANCE

Certificat d'analyse

Date: 17-10-2006

Veuillez trouver ci-joint les résultats des analyses suivantes.

Numéro de certificat	2006089602
Numéro de projet	C06016
Nom de projet	LE PORGE
Votre numéro de commande	C06016/002
Réception échantillons	11-10-2006

Ce certificat ne peut être reproduit que dans son intégralité. Laboratoire agréé par :

- en France : le Ministère chargé de l'Ecologie et du Développement au titre de l'année 2006 pour les agréments 1, 2, 3, 5 et 10.
- en Région de Bruxelles-Capitale : l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement
- en Wallonie : le Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Urbanisme et de l'Environnement - DGRNE - OWD pour agréments laboratoire d'analyse de déchet et déchets toxiques & pour des analyses eaux de surfaces cat. A et C.
- en Luxembourg : le Ministère de l'Environnement.

Vous pouvez trouver dans le résumé "Spécifications des Méthodes d'Analyse" des informations complémentaires concernant ce rapport. Des exemplaires supplémentaires sont à disposition à la division "Vente et Conseils".

Les échantillons seront conservés sous conditions contrôlées pendant 6 semaines pour les sols et pendant 2 semaines pour les eaux. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

Si vous désirez que les échantillons soient conservés plus longtemps, veuillez retourner ce document signé ou plus tard une semaine avant la date d'issue.

Conserver jusqu'à:

Date:

Nom:

Signature:

En espérant que vous avez obtenu satisfaction, n'hésitez pas à contacter notre département "Vente et Conseils" si vous avez d'autres questions.

Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46
2771 HS Barneveld
P.O. Box 459
2770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 67 00
Fax +31 (0)34 242 67 99
E-mail info@analytico.com
Site www.analytico.com

BSN AMRO 94 85 74 456
VAT/BTW No.
NL 8043.14.983.891
KVK No. 09088622

Analytico Milieu B.V. est ISO 9001:2000 certifié par Lloyd's RQA et qualifié par la Région Flamande (OVAM et AMINRA), la Région Bruxelloise (IBGE), la Région Wallonne (DGRNE-OWD) et par les Gouvernements de la France (MEDD) et Luxembourg (MEV).





— analytico®



Annexe (A) avec information de sub-échantillon appartenant au certificat d'analyse 2006089602

Page 1/1

Analytico=no.	No.de forage	sub-échantillon	De	Jusque	Code barres	Description de l'échantillon
2773411					0503247273	POR S11
2773412					0503247259	POR S12
2773413					0503247229	POR S13
2773414					0503247236	POR S14
2773415					0503247246	POR S15

Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46
2771 NB Barneveld
P.O. Box 459
2770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info@analytico.com
Site www.analytico.com

ABN AMRO 54 85 74 456
VAT/BTW No.
NL 9043.14.883.B01
KVK No. 09068623

Analytico Milieu B.V. est ISO 9001: 2000 certifié par Lloyd's RQA et qualifié par la Région Flamande (OVAM et AMINAL), la Région Bruxelloise (IBGE), la Région Wallonne (DGRNE-OWD) et par les Gouvernements de la France (MEDD) et Luxembourg (MEV).





— analytico®



Le document annexe (C) concerne références de la méthode reportée sur le certificat d'analyse
2006089602

Page 1/1

Analyse	Méthode	Technique	Référence de la méthode
Matière sèche	W0104	Gravimétrie	équivalent ISO 11465 (sol) / EN 12880 (bois)
Matière sèche	W0104	Gravimétrie	équivalent ISO 11465 (sol) / EN 12880 (bois)
HTP (GC)	W0202	CG-DIF	Méthode interne
HTP (GC)	W0202	CG-DIF	Méthode interne

Le complément d'information au sujet des méthodes de recherche appliquées ainsi qu'une classification de l'exactitude des méthodes se trouve dans notre supplément "spécifications méthodes d'analyse" version janvier 2004.

Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46
3771 NB Barneveld
P.O. Box 459
3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00
Fax +31 (0)34 242 63 99
E-mail info@analytico.com
Site www.analytico.com

RSN 8MR0 54 85 74 456
VAT/BTW No.
NL 8043.14.982.B01
RvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. est ISO 9001: 2000 certifié par Lloyd's RQR et
qualifié par la Région Flamande (CVAM et RMINRA), la Région
Bruxelloises (IBGE), la Région Wallonne (DGRNE-OWD) et par les
Gouvernements de la France (MED3) et Luxembourg (MEV).



Annexe 2 : Bordereaux d'analyses d'eau



— **analytico**®



ARCAGEE
à l'att. de Thierry MAUBOUSSIN
23, av. Alfred Grimal
F-33200 Bordeaux
FRANCE

Certificat d'analyse

Date: 20-10-2006

Cordialement,

Analytico Milieu B.V.



Ing. A. Veidhuizen
Directeur de laboratoire

Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46
2771 NS Borneveld
P.O. Box 459
2770 AL Borneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 62 00 ABN AMRO 54 85 74 456
Fax +31 (0)34 242 62 99 VAT/BTW No.
E-mail info@analytico.com NL 8043.14.982.801
Site www.analytico.com KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. est ISO 9001: 2000 certifié par Lloyd's RQA et
qualifié par la Région Flamande (OVAM et AMINAL), la Région
Bruxelloises (IBGE), la Région Wallonne (DGRNE-OWB) et par les
Gouvernements de la France (MEDD) et Luxembourg (MEV).



Certificat d'analyse

Numéro de projet	C06016	Numéro de certificat	2006089603
Nom de projet	LE PORGE	Date de départ	12-10-2006
Votre numéro de commande	C06016/002	Date du compte rendu	20-10-2006/16:38
Prise d'échantillon	11-10-2006	Annexe	A, B, C
Echantillonneur	Thierry MAUBOUSSIN	Page	1/2

Analyse	Unité	1	2	3	4
Hydrocarbures Aromatiques Volatile					
Q Benzène	µg/L	26	1.7	<0.20	<20
Q Benzène	µg/L		1.7		<20
Q Toluène	µg/L	14	0.56	<0.20	50
Q Toluène	µg/L		0.56		50
Q Ethylbenzène	µg/L	6.6	59	<0.20	1400
Q Ethylbenzène	µg/L		59		1400
Q o-Xylène	µg/L	10	2.3	<0.20	1200
Q m, p-Xylène	µg/L	120	75	<0.20	7100
Q Xylènes (totals)	µg/L	130	77	--	8300
Q o-Xylène	µg/L		2.3		1200
Q Aromates somme (BTEX)	µg/L	180	140	--	9800
Q m, p-Xylène	µg/L		75		7100
Q Noftalène	µg/L	4.2	40	<0.20	120
Q Xylènes (total)	µg/L		77		8300
Q Aromates somme (BTEX)	µg/L		140		9800
Hydrocarbures Organique Volatile					
MTBE	µg/L		4.8		<30
Huile minérale					
Q Huile Minérale Fract. (C10-C16)	µg/L	1100		--	
Q Huile Minérale Fract. (C16-C22)	µg/L	2100		--	
Q Huile Minérale Fract. (C22-C30)	µg/L	590		--	
Q Huile Minérale Fract. (C30-C40)	µg/L	28		--	
Q HTP (GC) (C10-C40)	µg/L	3900		<50	
Caractérisation de huile					
Alifatiques >C5 - C6	mg/L		<0.025		<0.025
Alifatiques >C6 - C8	mg/L		<0.025		0.50
Alifatiques >C8 - C10	mg/L		<0.025		0.26
Alifatiques >C10 - C12	mg/L		0.059		0.039
Alifatiques >C12 - C16	mg/L		0.46		<0.030
Alifatiques >C16 - C21	mg/L		0.69		<0.030
Alifatiques >C21 - C35	mg/L		0.29		<0.040
Alifatiques Totales	mg/L		1.5		0.84
Aromatiques C6 - C8	mg/L		<0.025		0.060
Aromatiques >C8 - C10	mg/L		0.14		4.7

No. Description de l'échantillon

1 POR P11
2 POR P12
3 POR P13
4 POR P14

Analytico=no.

2773416
2773417
2773418
2773419

Q: analyse accréditée par RvA
R: opération accréditée AP04

Ce certificat ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46
3771 NB Borneveld
P.O. Box 459
3770 AL Borneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 62 00
Fax +31 (0)34 242 62 99
E-mail info@analytico.com
Site www.analytico.com

ABN AMRO 54 85 74 456
VAT/BTW No.
NL 8043.14.883.B01
RvK No. 09088622

Analytico Milieu B.V. est ISO 9001:2000 certifié par Lloyd's RQA et qualifié par la Région Flandre (OVAM et AMINAL), la Région Bruxelloise (IBGE), la Région Wallonne (DGRNE-OWD) et par les Gouvernements de la France (MEDD) et Luxembourg (MEV).





— analytico®



Annexe (A) avec information de sub-échantillon appartenant au certificat d'analyse 2006089603

Page 1/1

Analytico-no.	No.de forage	Sub-échantillon	De	Jusque	Code borres	Description de l'échantillon
2773416					0720055147	P0R P11
2773417					0720055139	P0R P12
2773418					0720055143	P0R P13
2773419					0720055135	P0R P14

Analytico Milieu B.V.
Gildeweg 44-46
7771 NS Barneveld
P.O. Box 459
7770 PL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 67 00
Fax +31 (0)34 242 67 99
E-mail info@analytico.com
Site www.analytico.com

ABN AMRO 54 85 74 456
VAT/BTW No.
NL 9043.14.883.B01
KvK No. 09088623

Analytico Milieu B.V. est ISO 9001: 2000 certifié par Lloyd's REG et
qualifié par la Région Flandre (OVAM et AMIND), la Région
Bruxelloise (IBGE), la Région Wallonne (DGRNE-OWD) et par les
Gouvernements de la France (MEDD) et Luxembourg (MEV).





— **analytico**®

Le document annexe (C) concerne références de la méthode reportée sur le certificat d'analyse
2006089603

Page 1/1

Analyse	Méthode	Technique	Référence de la méthode
Aromatiques (BTEX) HS	W0254	CG-SM-ETS	Conforme ISO 11423-1 / CMA 3/E
Aromatiques (BTEXN)	W0254	CG-SM-ETS	Conforme ISO 11423-1 / CMA 3/E
MTBE HS	W0254	CG-SM-ETS	CMA 3/E
HCT (GC)	W0215	IGV-CG-DIF	Méthode interne
Caractérisation de Huile	W6261	CG-DIF	Conforme CMA 3/R3

Le complément d'information au sujet des méthodes de recherche appliquées ainsi qu'une classification de l'exactitude des méthodes se trouve dans notre supplément "spécifications méthodes d'analyse" version janvier 2004.

Analytico Milieu B.V.

Gildeweg 44-46
2771 NS Borneveld
P.O. Box 459
2770 AL Borneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 43 00
Fax +31 (0)34 242 43 99
E-mail info@analytico.com
Site www.analytico.com

BSN 4060 04 05 74 456
VAT/BTW No.
NL 9043.14.883.B01
KvK No. 09088622

Analytico Milieu B.V. est ISO 9001: 2000 certifié par Lloyd's R&P et
qualifié par la Région Flamande (OVAM et AMINAL), la Région
Bruxelloise (IBGE), la Région Wallonne (DGRNE-OWD) et par les
Gouvernements de la France (MEDD) et Luxembourg (MEV).

