



A.M.D.E.

ATLANTIQUE MÉDITERRANÉE DÉPOLUTION ENVIRONNEMENT

AVERTISSEMENT : Le présent rapport est rédigé sous l'entièr responsabilité de son auteur et de son commanditaire. Les données qu'il comporte et ses conclusions ne sauraient engager la responsabilité de l'Administration et ne valent pas validation automatique. Seules les décisions prises par l'Administration et dûment décrites en page 2 de la fiche BASOL font foi.

ANCIENNE STATION-SERVICE TOTAL

**Relais des Vignes
228, avenue Pasteur
33600 PESSAC
(C.I. : 68001)**

RAPPORT DE SUIVI N°7 - Août 2014 -

**MISE EN PLACE DE PIEZOMETRES COMPLEMENTAIRES
SURVEILLANCE DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES
CONTROLE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LES PIEZAIRES
ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS (ARR)
(04.089.A.R.09.1)**

Pour

**TOTAL Marketing & Services
Direction Réseau - Environnement & Efficacité Energétique
562 Avenue du Parc de l'Île
92029 NANTERRE Cedex**

***MISE EN PLACE DE PIEZOMETRES COMPLEMENTAIRES
SURVEILLANCE DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES
CONTROLE DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LES PIEZAIRS
ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS (ARR)***

- Août 2014 -

RAPPORT FINAL

Numéro du rapport	Date	Rédaction		Validation	
		Nom et fonction	Signature	Nom et fonction	Signature
04.089.A.R.09.1 Version 1	04/09/2014	DORDHAIN Florent Ingénieur Environnement		THIRION Benoit Directeur Technique	

Atlantique Méditerranée Dépollution Environnement
- ZAC Mermoz - 13 rue Jean-Baptiste Perrin - 33320 - EYSINES
Tél : 05.56.28.62.08 / Fax : 05.56.28.64.42 - amde@wanadoo.fr - Siret : 393 283 692 00043
La société AMDE est certifiée MASE - UIC

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
I – CONTEXTE GENERAL	8
I.1 - Localisation	8
I.2 - Cadre géologique et hydrogéologique régional	8
I.3 - Description du site avant démantèlement	10
I.4 - Etat du milieu sol	11
II - MOYENS MIS EN ŒUVRE	13
II.1 - Réalisation des piézomètres complémentaires	13
II.2 - Prélèvement des échantillons de sol	15
II.3 - Analyses des échantillons de sols	15
II.4 - Equipement en piézomètres	16
II.5 - Mesures piézométriques et prélèvements des échantillons d'eau	16
II.6 - Analyses sur les échantillons d'eau	17
II.7 - Caractérisation des gaz du sol	17
II.7.1 - Prélèvements des gaz du sol	17
II.7.2 - Analyses des gaz du sol	17
II.8 - Mesures des concentrations en gaz	17
II.9 - Essai de pompage	18
III - RESULTATS	19
III.1 - Nature et structure géologique du sous-sol	19
III.1.1 - Lithologie	19
III.1.2 - Indices organoleptiques	20
III.2 - Hydrogéologie du site, nivellation et piézométrie	21
III.3 - Etat des ouvrages	23
III.4 - Définition des valeurs seuils	25
III.4.1 - Valeur guide pour les eaux souterraines	25
III.4.2 - Valeur guide pour hydrocarbures adsorbés	25
III.5 - Caractérisation des eaux souterraines	26
III.6 - Caractérisation des sols	29
III.6.1 - Mesures gazeuses	29
III.6.2 - Résultats analytiques	29
III.7 - Essai de Pompage	30
III.7.1 - L'étape de pompage (Etape 1)	30
III.7.2 - Etude de la remontée (Etape 2)	30
III.6.3 - Résultats	31
III.8 - Etat des milieux gaz du sol	32
IV – ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS	35
IV.1 - Évaluation de l'exposition	35
IV.2 - Définition des valeurs toxicologiques de référence	36
IV.3 - Evaluation quantitative des risques sanitaires – Scénario inhalation	38
IV.3.1 - Détermination des concentrations inhalées	38
IV.4 - Risque pour les effets à seuil	39

IV.5 – Risque pour les effets sans seuil	40
IV.6 – Evaluation des incertitudes.....	41
IV.6.1 – Incertitudes sur les substances et les concentrations retenues	41
IV.6.2 – Incertitudes sur l'exposition et les paramètres retenus	41
IV.6.3 – Incertitudes sur l'évaluation de la toxicité.....	42
IV.6.4 – Incertitudes sur les paramètres de modélisation	42
IV.6.5 – Calcul de sensibilité	42
IV.7 – Bilan sur les incertitudes	43
V – SCHEMA CONCEPTUEL MIS A JOUR.....	44
CONCLUSION	46
ANNEXE I : EXTRAITS CARTE IGN et BRGM	48
ANNEXE II : FICHES DE PRELEVEMENT	52
ANNEXE III : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE	56
ANNEXE IV : MESURES ESSAI DE POMPAGE	58
ANNEXE V : RELEVES GEOLOGIQUES DES OUVRAGES	60
ANNEXE VI : PARAMETRES DE L'EXPOSITION	62

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure n°1 : Liste des captages (non AEP) à proximité de la station-service.....	9
Figure n°2 : Plan de la station-service avant démantèlement (2012).....	10
Figure n°3 : Travaux de démantèlement - plan des fouilles et d'échantillonnage des sols laissés en place.....	11
Figure n°4 : Résultats d'analyses en hydrocarbures adsorbés des sols laissés en place.....	12
Figure n°5 : Plan d'implantation des ouvrages de contrôle des eaux souterraines et gaz du sol	13
Figure n°6 : Mise en place du piézomètre PZG.....	14
Figure n°7 : Plan d'implantation des nouveaux ouvrages AMDE.....	15
Figure n°8 : Schéma de principe du pompage.....	18
Figure n°9 : Schéma du déroulement de l'essai de pompage.....	18
Figure n°10 : Profil lithologique des piézomètres et du sondage.....	19
Figure n°11 : Indices organoleptiques.....	20
Figure n°12 : Nivellement relatif et piézométrie.....	21
Figure n°13 : Nivellement relatif et piézométrie.....	22
Figure n°14 : Vue des piézomètres	24
Figure n°15 : Evolution de la profondeur des ouvrages	24
Figure n°16 : Extrait des valeurs guides en matière de pollution des eaux souterraines.....	25
Figure n°17 : Résultats des analyses en hydrocarbures dissous et BTEX sur les eaux souterraines.....	26
Figure n°18 : Synthèse des impacts résiduels.....	28
Figure n°19 : Mesures gazeuses.....	29
Figure n°20 : Résultats des analyses en hydrocarbures adsorbés et BTEX sur les sols.....	29
Figure n°21 : Mesures des principaux paramètres de l'étape de pompage.....	30
Figure n°22 : Courbe représentative de la remontée du piézomètre PZJ	31
Figure n°23 : Echelle de perméabilité (d'après G. CASTANY).....	32
Figure n°24 : Caractéristiques dynamiques et temporelles des prélèvements sur charbon actif	32
Figure n°25 : Résultats des analyses des cartouches de charbon actif sur les piézaires PA1 et PA2.....	33
Figure n°26 : Modèle de Johnson et Ettinger - diagramme conceptuel de transfert depuis les sols.....	35
Figure n°27 : Concentration modélisées dans l'air intérieur	36
Figure n°28 : VTR inhalation des hydrocarbures pour les effets à seuil	37
Figure n°29 : VTR inhalation des hydrocarbures pour les effets sans seuil	37
Figure n°30 : Extrait des valeurs "guide" en matière de pollution de l'air de la population générale.....	38
Figure n°31 : Paramètres d'exposition	39
Figure n°32 : Récapitulatif des doses d'exposition (concentrations inhalées)	39
Figure n°33 : Quotient de Danger.....	40
Figure n°34 : Excès de risque individuel.....	41
Figure n°35 : Variation des paramètres du modèle	43
Figure n°36 : Schéma conceptuel août 2014 (usage comparable à la dernière période d'activité)	44
Figure n°37 : Résumé des sources, modes de transfert et cibles potentielles.....	45
Figure n°38 : Plan de localisation de la zone d'étude (1/25.000 - IGN n°2223 E).....	49
Figure n°39 : Extrait de la carte géologique régionale (1/50.000 - BRGM n°827)	50
Figure n°40 : Fiches de prélèvements (suivi du 11/08/2014)	54
Figure n°41 : Tableau récapitulatif des données de l'essai de pompage (suivi du 08/08/2014)	59

INTRODUCTION

Historiquement, le site a fait l'objet de contrôle de fond de fouille lors du remplacement des réservoirs simple enveloppe en double enveloppe, au cours des travaux de modernisation réalisés en octobre 2004. De plus, un diagnostic environnemental a eu lieu, à cette même période, autour de la cuve HU. Les résultats d'analyse n'avaient pas montré d'anomalie significative dans les sols.

Suite à la fermeture définitive de la station-service, un diagnostic environnemental a été réalisé par la société AMDE en février 2012 (rapport AMDE n°04.089.A.R.02.1). Seize sondages et quatre piézomètres (nappe présente entre 3 et 4 m de profondeur) ont été réalisés sur l'ensemble du site.

Les résultats de ce diagnostic ont mis en évidence :

- *un impact en hydrocarbures adsorbés (S3) présent au niveau de l'emplacement de l'ancienne cuve n°1 (SP95 et SP98), sur toute la hauteur de réalisation du sondage ;*
- *la présence d'hydrocarbures volatils dans les sols, principalement au niveau de l'aire de distribution et de l'emplacement de l'ancienne cuve n°1 (SP95 et SP98). Les sondages complémentaires (S14, S15 et S16) permettent de cerner l'auréole des anomalies gazeuses identifiées. L'étendue de cette auréole ne semble pas sortir du site.*
- *l'absence d'anomalie significative en hydrocarbures dissous et BTEX sur les eaux des quatre ouvrages de contrôle PZA, PZB, PZC et PZD.*

Les travaux de démantèlement de l'ancienne station-service ont eu lieu du 7 juin 2012 au 14 mars 2013. Les terres impactées (214,32 tonnes) ont été excavées et envoyées en centre de traitement (OCCITANIS). Aucune teneur résiduelle significative (teneur max dans les sols : 147 mg/kg MS) en hydrocarbure adsorbé n'a été identifiée sur l'ensemble des zones de fouille. Des teneurs résiduelles en composés organiques volatils dans les gaz du sol avaient été identifiées suite aux excavations (mesures PID).

A l'issue des travaux de démantèlement (qui ont conduit à la destruction de deux des piézomètres présents sur site), TOTAL M&S a missionné le bureau d'études AMDE pour la réalisation de contrôles de la qualité des eaux souterraines et des gaz du sol.

Pour permettre ces contrôles, des forages ont été réalisées du 7 au 10 octobre 2013 pour installer :

- *deux piézomètres complémentaires (PZE et PZF) visant à compléter le réseau de surveillance de la nappe superficielle ;*
- *deux piézairs (PA1 et PA2) au niveau des zones de travaux.*

Les 4 dernières campagnes de suivi ont mis en évidence un impact pérenne en hydrocarbures C5-C40 et BTEX au droit du piézomètre PZF. Les 3 autres ouvrages sont exempts d'impact. En ce qui concerne les gaz du sol, aucun dégazage n'a été identifié dans les 2 piézairs.

Suite à une demande de la DREAL, et afin de compléter les informations sur les eaux souterraines (panache de dissous et caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère), la société AMDE a réalisé des investigations complémentaires. Ces investigations complémentaires se sont déroulées du 04 au 11 août 2014, elles portaient sur :

- la mise en place de cinq piézomètres complémentaires ;
- le suivi de la qualité des eaux souterraines au droit des neuf piézomètres ;
- le suivi des gaz du sol sur les deux piézairs et l'analyse des risques résiduels ;
- la réalisation d'un essai de pompage.

L'ensemble des interventions est synthétisé dans le présent rapport et a fait l'objet d'une analyse par un ingénieur expérimenté dans le domaine de l'environnement. Lors de notre intervention, la station-service était démantelée. Le chantier était clos.

I - CONTEXTE GENERAL

I.1 - Localisation

L'ancienne station-service ELF se situe sur le territoire de la commune de Pessac, dans le département de la Gironde (33).

Un extrait de la carte IGN n°2223 E est reporté en annexe I.

L'ancienne station-service est implantée le long de la route nationale 250. L'altitude moyenne de la piste de distribution est de l'ordre de 44 mètres NGF.

L'environnement immédiat du site est constitué de maisons d'habitation ainsi que de commerces, dont un garage à 40 mètres à l'Ouest (position latérale par rapport au site). Il est à noter la présence d'une zone viticole à 250 mètres au Nord, à l'aval hydraulique du site.

Le réseau hydrographique est caractérisé par la présence de deux cours d'eau s'écoulant du Sud-Ouest vers le Nord-Est : le ruisseau de Ladonne à 700 mètres au Sud-Est (amont du site) et le ruisseau du Peugue à 1250 mètres au Nord-Ouest (aval du site). Du fait de leur éloignement par rapport au site, ces deux cours d'eau ne sont pas vulnérables vis-à-vis de l'ancienne activité de station-service sur le site.

I.2 - Cadre géologique et hydrogéologique régional

La feuille géologique de Pessac recouvre deux grandes régions naturelles séparées par la vallée de la Garonne :

- à l'Ouest, les landes girondines, recouvertes par le Sable des Landes, viennent se relier harmonieusement avec les terrasses alluviales anciennes et récentes de la Gironde. A la faveur des vallées affluentes de la Garonne, les alluvions anciennes graveleuses ou argilo-graveleuses, laisse apparaître sporadiquement des affleurements tertiaires (formations calcaires du Miocène et de l'Oligocène) ;
- à l'Est, apparaissent les plateaux de l'Entre-Deux-Mers constitués par les calcaires de l'Oligocène.

Les terrains superficiels, affleurant au droit du site, sont constitués de sables argileux à graviers épars colluvionnés d'une épaisseur supérieure à 1 mètre (CFD).

Du point de vue hydrogéologique, plusieurs nappes sont recensées au niveau de la station-service. La ressource en eau est importante et son exploitation intense.

- la nappe phréatique correspond aux alluvions anciennes de la Garonne (Fxb). Cette nappe présente une perméabilité variable, conditionnée par sa proportion en argiles. L'épaisseur de l'aquifère évolue entre 0 et 10 mètres. Le niveau d'eau de cette nappe se situe vers 2,5 mètres de profondeur. D'une façon générale, les nappes phréatiques sont alimentées par infiltration des eaux météoriques et contribuent à la recharge des nappes sous-jacentes. Plusieurs captages d'eau collective et individuelle sont ancrés dans cet aquifère ;
- les nappes semi-profondes :
 - ✓ la nappe du Miocène, dont l'épaisseur peut atteindre 50 m, est représentée par des calcaires sableux fossilifères hétérogènes. Cet aquifère alimente un certain nombre de sources dont celle approvisionnant l'Eau Bourde et son affluent le ruisseau des Sources ;

- ✓ la nappe des calcaires de l'Oligocène, dont l'épaisseur peut atteindre 40 à 130 mètre mètres, est essentiellement alimentée par drainance des nappes alluviales anciennes et du Miocène. Cet aquifère est sollicité par l'AEP ;
- L'essentiel de la ressource en eau correspond au complexe aquifère de l'Eocène. Cette ressource en eau, utilisée pour l'alimentation en eau potable est protégée par un toit imperméable constitué des formations argileuses et marneuses de l'Oligocène inférieur et de l'Eocène supérieur et n'est donc pas vulnérable par rapport au site.

Selon un sens d'écoulement des eaux souterraines, observé au droit du site, vers le Nord-Ouest, la BSS du BRGM ne recense qu'un seul captage superficiel à l'aval hydraulique. Il est distant de 1088 mètres. De par la distance et la faible perméabilité des terrains (assèchement des piézomètres lors de la phase de purge), cet ouvrage n'est pas considéré comme vulnérable.

Référence de l'ouvrage	Commune	Profondeur (m)	Aquifère capté	Localisation / site		Usage	Etat	Position / site
				Distance (m)	Orientation			
08271X0082/F	Pessac	3,25	Alluvions	146	Sud	Individuel	n.d.	Amont
08271X0300/F	Pessac	59	Oligocène	449	Sud-Est	Service Public	Expl.	Amont
08271X0168/F	Pessac	22,5	Miocène	677	Est	Individuel	n.d.	Latéral
08271X0109/F	Pessac	31	Oligocène	688	Nord-Est	Individuel	n.d.	Latéral
08271X0507/F	Pessac	24	n.d.	750	Nord	Individuel	Expl.	Aval latéral
08271X0223/NOES	Pessac	33	Oligocène	930	Nord-Est	Industriel	Expl.	Latéral
08271X0288/F	Pessac	17	Miocène	999	Sud	Agricole	Expl.	Amont
08271X0029/F	Pessac	2,93	Alluvions	1088	Nord-Ouest	Individuel	n.d.	Aval
08271X0280/F	Pessac	17,1	Miocène	1133	Sud-Est	Individuel	Expl.	Amont
08271X0122/F	Pessac	48,3	Oligocène	1168	Nord	Individuel	n.d.	Aval latéral
08271X0506/F	Pessac	22	Miocène	1201	Sud-Ouest	Individuel	Expl.	Latéral
08271X0040/F	Pessac	3,95	Alluvions	1281	Sud-Est	Individuel	n.d.	Amont
08271X0039/F	Pessac	5,05	Alluvions	1312	Sud	Individuel	n.d.	Amont

Figure n°1 : Liste des captages (non AEP) à proximité de la station-service.
(04.089.A.AF(R.01.1).06.1)

Cependant, la liste des ouvrages recensés dans la BSS du BRGM, reste non exhaustive. En effet, la déclaration d'ouvrage d'eau n'est pas nécessaire, si l'utilisation de l'ouvrage reste privée et que la profondeur de l'ouvrage est inférieure à 10 mètres.

Etant donné la présence de nombreuses habitations avec jardins à proximité du site et la présence d'une nappe superficielle peu profonde, l'existence de puits particuliers utilisés pour un usage individuel (arrosage notamment) ne peut pas être exclue.

En ce qui concerne les captages AEP, ces derniers sont ancrés dans les aquifères profonds de l'Oligocène et de l'Eocène.

A hauteur de la commune de Pessac, il existe des affleurements des calcaires de l'Oligocène avec des phénomènes de drainance vis-à-vis des aquifères du Miocène et du Plio-quaternaire. Ainsi, l'aquifère de l'Oligocène n'est pas totalement protégé et les captages AEP de l'Oligocène présente une vulnérabilité moyenne.

Le complexe aquifère de l'Eocène est isolé des nappes superficielles et sub-superficielles par les formations argileuses de l'Oligocène inférieur et de l'Eocène supérieur (80 mètres d'épaisseur).

Les ouvrages exploitant la nappe de l'Eocène sont donc considérés comme non vulnérables vis-à-vis d'une pollution de surface.

L'aquifère du Plio-Quaternaire est considéré comme vulnérable tandis que les aquifères du Miocène et de l'Oligocène qui sont exploités pour des usages individuels, agricoles, collectifs (piscine) et pour l'alimentation en eau potable (Oligocène uniquement) et sont considérés comme faiblement vulnérables.

1.3 – Description du site avant démantèlement

La station-service mettait à la disposition de ses clients trois postes de distribution répartis sur trois îlots. La piste de distribution était couverte par un auvent.

Les îlots de distribution étaient alimentés par trois réservoirs enterrés double enveloppe : 2 réservoirs de 40 m³ et 1 réservoir de 30 m³.

Le schéma ci-dessous indique la localisation des anciennes structures pétrolières. Il a été établi à partir du plan de masse fourni par la société TOTAL M&S.

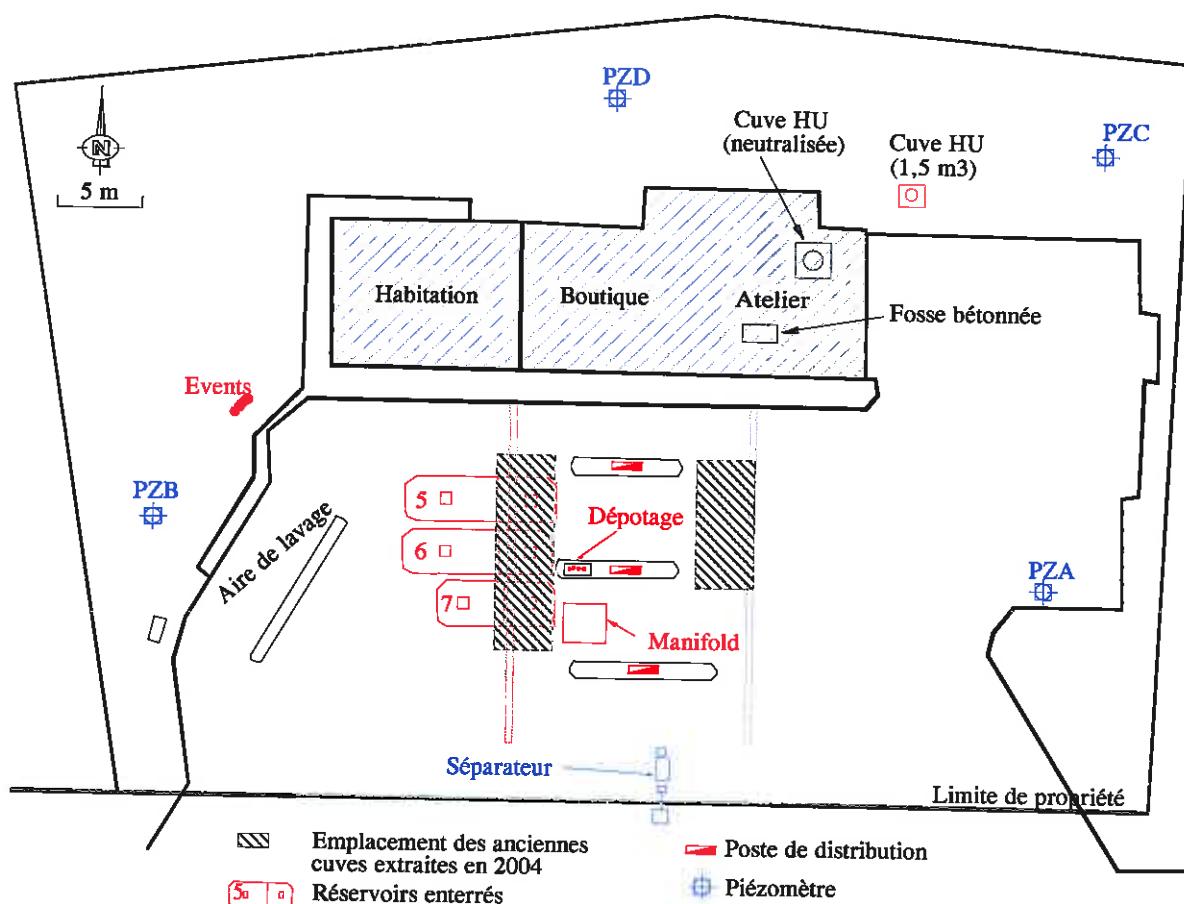


Figure n°2 : Plan de la station-service avant démantèlement (2012).
(04.089.A.AF(R.06.1).06.1)

Dans le cadre de ses activités de mécanique automobile, le site disposait également d'une cuve de stockage d'huiles usées de 1,5 m³ située à l'extérieur du bâtiment.

Historiquement, une ancienne cuve enterrée d'huiles usées était présente au droit de l'atelier. Elle était neutralisée au béton.

Le site était équipé de quatre piézomètres de contrôle (PZA, PZB, PZC et PZD).

I.4 – Etat du milieu sol

Suite à l'arrêt d'activité de la station-service, des travaux de démantèlement des structures pétrolières (réservoirs, tuyauteries, postes de distribution, séparateur d'hydrocarbures) ont été réalisés entre juin 2012 et mars 2013.

Lors de ces travaux, la société AMDE a procédé au contrôle de la qualité des sols et à la gestion des terres. A l'aide d'analyses de terrain (kit HNU) et des indices organoleptiques, les sols impactés mis en évidence ont été excavés puis envoyés en centre de traitement spécialisé (OCCITANIS). Au total, 214,32 tonnes de terres impactées ont été éliminées.

La localisation des zones de fouille et des échantillons caractérisant les sols laissés en place après les travaux sont illustrés sur la figure suivante.

Remarque : Le toit de la nappe (période de hautes eaux) a été au-dessus des radiers.

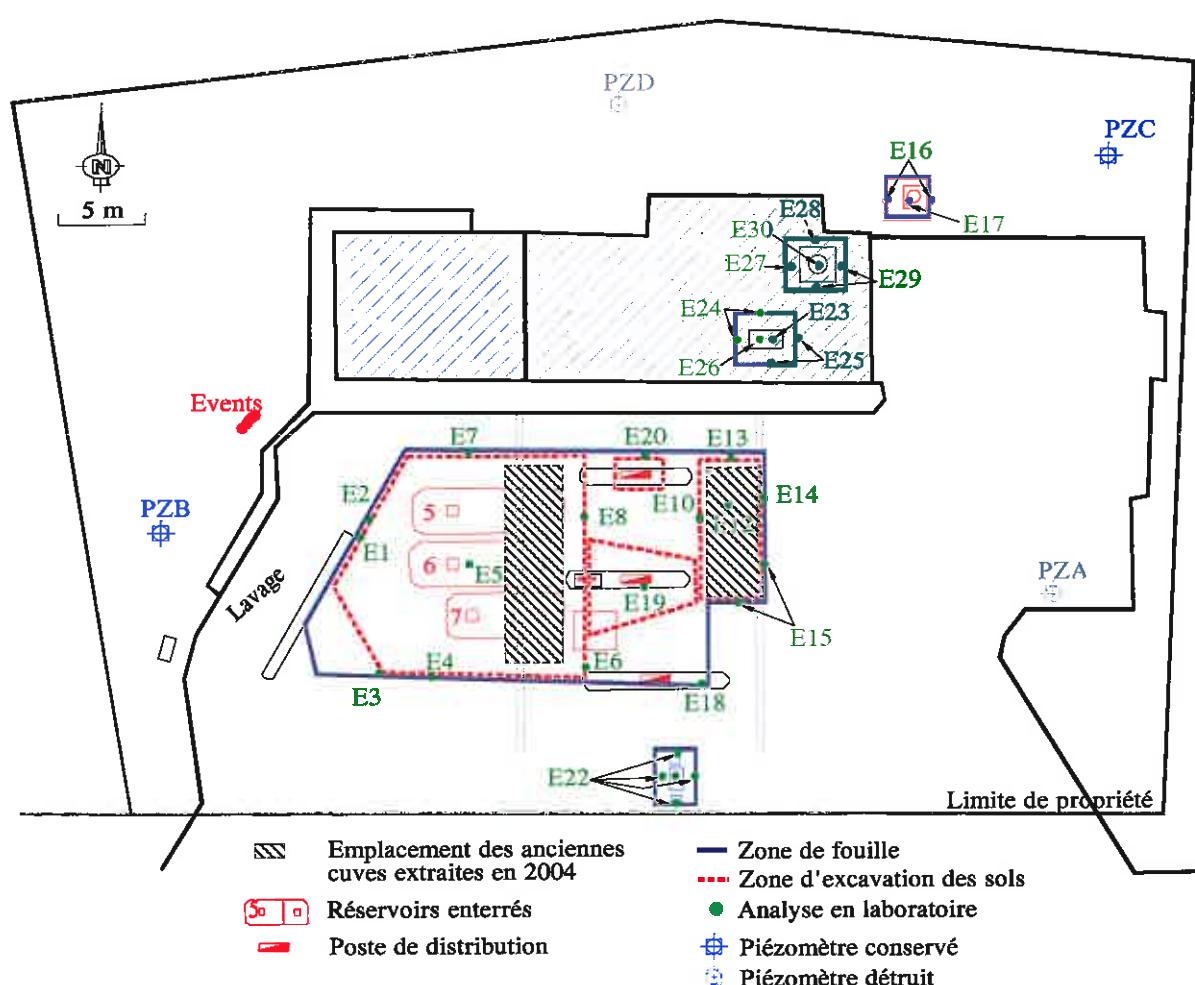


Figure n°3 : Travaux de démantèlement - plan des fouilles et d'échantillonnage des sols laissés en place.
(04.089.A.AF(R.06.1).02.1)

Les résultats d'analyses en hydrocarbures adsorbés dans les sols laissés en place à l'issue des travaux sont présentés dans le tableau de la page suivante.

Emplacement	Ech.	Profondeur (m)	Localisation	Hydrocarbures adsorbés (mg/kg MS)		Composés aromatiques volatils (mg/kg MS)			
				C5-C10	C10-C40	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	Xylènes
Parc à cuve	E1	2	flanc côté lavage	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E2	0,3	flanc côté lavage	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E3	2	flanc côté route	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E4	4	flanc côté route	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E5	5	fond de fouille	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E6	4,5	flanc côté îlot de distrib.	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E7	2,5	flanc côté boutique	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E8	0,3	flanc côté piste	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
Ilot côté boutique	E20	3	flanc côté boutique	34	21,4	n.a	n.a	n.a	n.a
Ancienne cuve n°1 (fosse maçonnée)	E10	1 à 3	flanc côté piste	5,5	55,7	n.a	n.a	n.a	n.a
	E12	5	fond de fouille	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E13	2	flanc côté boutique	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E14	3	flanc côté Est	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E15	0,3	flanc côté Est	<2	30,2	n.a	n.a	n.a	n.a
Cuve HU	E16	1,5	flanc de fouille	<2	20,3	n.a	n.a	n.a	n.a
	E17	2	fond de fouille	<2	21,7	n.a	n.a	n.a	n.a
Ilot côté route	E18	3	flanc côté Est	2,9	147	<0,05	<0,05	<0,05	<1
Ilot central	E19	4,5	fond de fouille	10,5	<15	<0,05	<0,05	<0,05	0,33
Séparateur	E22	1 à 2	flances/fond de fouille	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
Ancienne fosse bétonnée dans ancien atelier	E23	0,5	fouille	<2	21,4	n.a	n.a	n.a	n.a
	E24	1	flanc Ouest	<2	70,2	n.a	n.a	n.a	n.a
	E25	1,5	flanc Est	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E26	2	fond de fouille	<2	34,9	n.a	n.a	n.a	n.a
Ancienne cuve HU	E27	0,5	flanc Ouest	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E28	1	flanc Nord	<2	16,6	n.a	n.a	n.a	n.a
	E29	1,5	flanc Est	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a
	E30	2,5	fond de fouille	<2	<15	n.a	n.a	n.a	n.a

n.a. : non analysé

Figure n°4 : Résultats d'analyses en hydrocarbures adsorbés des sols laissés en place.
(04.089.A.AF(R.06.1).03.1)

A l'issue des travaux d'excavation des sols impactés, aucune teneur résiduelle significative en hydrocarbures adsorbés et BTEX n'a été laissé en place sur les flancs ou en fond de l'ensemble des zones de fouille.

Remarque : lors des travaux de démantèlement, le piézomètre PZA et le piézomètre PZD ont été endommagés ou détruits et ne sont plus utilisables. Les deux autres piézomètres PZB et PZC sont toujours en place.

II - MOYENS MIS EN ŒUVRE

II.1 - Réalisation des piézomètres complémentaires

Les travaux de démantèlement ayant rendu inexploitables les piézomètres PZA (amont-latéral hydraulique) et PZD (aval hydraulique), deux nouveaux piézomètres ont été mis en place en octobre 2013. Les nouveaux ouvrages PZE (aval hydraulique) et PZF (zone des travaux d'excavation) permettent de compléter le réseau de surveillance des eaux souterraines.

Au regard de la présence de teneurs résiduelles en COV dans les gaz du sol, deux piézairs (PA1 et PA2) ont également été mis en place dans la zone des pistes et de l'ancien réservoir n°1. Ces ouvrages permettront de caractériser la qualité des gaz du sol afin de lever les incertitudes concernant un risque sanitaire potentiel par inhalation d'hydrocarbures sous forme volatile dans le bâtiment.

La figure suivante illustre la localisation des piézomètres et piézairs présents sur le site de l'ancienne station-service.

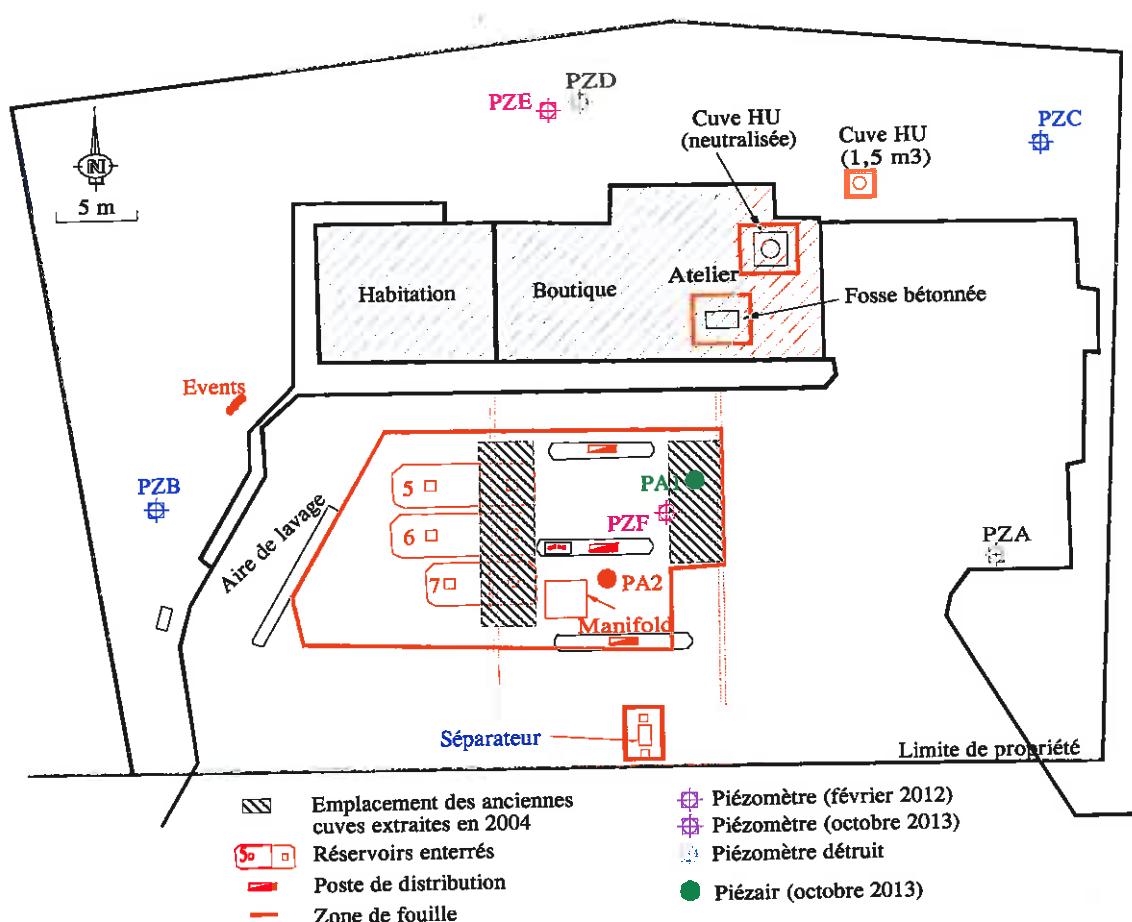


Figure n°5 : Plan d'implantation des ouvrages de contrôle des eaux souterraines et gaz du sol
(04.089.A.AF(R.06.1).10.1)

La foration du piézomètre PZE a été descendue à 8 mètres et celle du PZF à 6 mètres.

Suite à l'implantation de principe réalisée à partir des plans de la station-service, une visite préliminaire d'implantation sur site a été effectuée par la société AMDE le 30 juillet 2014 après avoir fait une déclaration des travaux auprès des différents gestionnaires de réseaux (DICT) et avoir reçu les récépissés. Cette visite avait pour objectif de :

- obtenir des renseignements concernant la présence de réseaux enterrés au niveau des zones de foration ;
- identifier, par ouverture des regards de visite ou des réfections de chaussée, les axes des réseaux enterrés ;
- définir l'implantation des piézomètres ainsi que leur modalité de réalisation (avant-trou manuel en cas de doute sur la présence de réseau).

L'implantation des piézomètres a été choisie afin de pouvoir définir l'emprise du panache de dissous.

La société AMDE a réalisé cinq piézomètres supplémentaires ainsi que un sondage de sol du 04 au 07 août 2014.

Pour ce faire, une sondeuse de marque SOCOMAFOR, autotractée sur chenillettes a été nécessaire. Le matériel présent sur le chantier était conforme aux normes de sécurité applicables sur sites pétroliers (moteur diesel, arrêt coup de poing, extincteur, cage de protection...).

La foration des piézomètres a été réalisée à 9,5 mètres.



Figure n°6 : Mise en place du piézomètre PZG

La figure de la page suivante représente l'emplacement des nouveaux piézomètres.

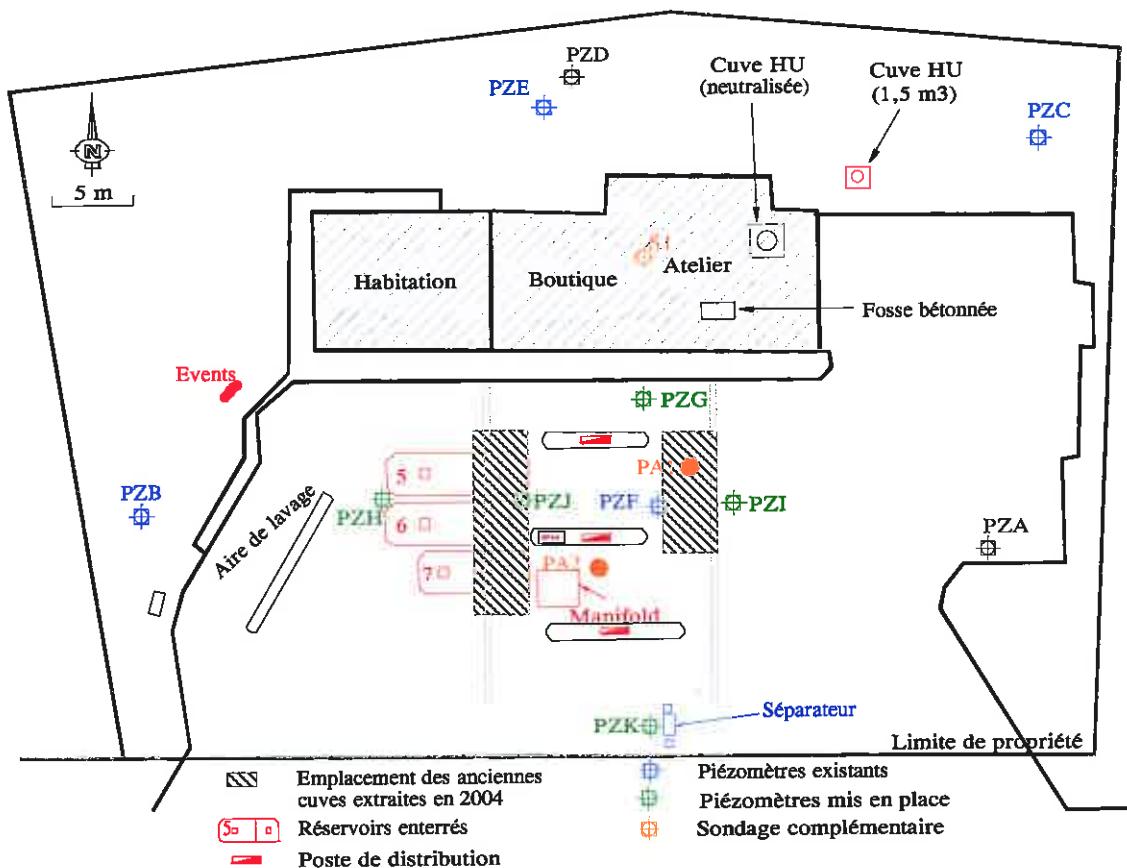


Figure n°7 : Plan d'implantation des nouveaux ouvrages AMDE (04.089.A.AF(R.09.1).07.1)

III.2 – Prélèvement des échantillons de sol

Du fait de la présence d'un horizon suspect au droit de PZG entre 0,6 et 1,20 mètre, un échantillon de sol a été prélevé à 1 mètre. Afin de cerner son extension horizontale, un sondage à deux mètres (S1) a été réalisé entre les piézomètres PZG et PZE.

Au total 2 échantillons ont été collectés puis conditionnés dans des bocaux en verre, avant d'être envoyés en express au laboratoire d'analyses Eurofins accrédité par le COFRAC sous le numéro 1488.

II.3 - Analyses des échantillons de sols

L'ancienne activité du site étant liée au stockage et à la distribution de carburant, les échantillons de sols prélevés ont donc fait l'objet des analyses suivantes :

- Indice hydrocarbures (C10 - C40) - (méthode interne, extraction hexane, analyse par GC-FID) ;
- hydrocarbures volatils (C5 - C10) - (méthode interne, analyse par GC/MS) ;
- benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (méthode interne, on-line purge+trap GCMS/headspace GCMS).

Les bordereaux de résultats du laboratoire sont fournis en annexe III.

II.4 - Equipement en piézomètres

L'équipement des piézomètres a été réalisé à l'aide de tubes PVC de 75 mm rivetés entre eux. Le tubage a été descendu jusqu'à environ 7 mètres de profondeur pour les cinq piézomètres. L'espace annulaire entre le tube et la paroi du forage a été comblé avec du sable siliceux depuis le fond jusqu'à 1 mètre au-dessus de la zone crépinée. Ce sable calibrée (1 à 2,5 mm) constitue un massif filtrant qui augmente la perméabilité au voisinage du forage et joue le rôle de filtre en retenant les éléments fins. Un bouchon d'argile a été installé au-dessus du massif filtrant. L'ouvrage a été protégé en surface par une bouche PEHD étanche et verrouillable.

Suite à l'installation des nouveaux piézomètres (PZG, PZH, PZI, PZJ et PZK), un niveling a été réalisé à l'aide d'un théodolite, le 07 août 2014. Les différentes côtes ont été relevées à l'extrémité supérieure des tubes PVC. Le niveling a été réalisé selon la méthode de la boucle.

II.5 - Mesures piézométriques et prélèvements des échantillons d'eau

Les mesures piézométriques de PZB, PZC, PZE, PZF, PZG, PZH, PZI, PZJ et PZK ont été effectuées le 11 août 2014 à l'aide d'une sonde électrique permettant la détection d'une éventuelle phase libre d'hydrocarbures. Les fonds des neuf piézomètres de contrôle ont également été mesurés grâce à cette sonde.

Avant chaque prélèvement d'eau, une purge efficace a été réalisée sur les quatre ouvrages, à l'aide d'une pompe immergée. Le pompage a été maintenu le temps nécessaire pour renouveler au moins 3 fois le volume d'eau initial dans les piézomètres PZB, PZF et PZJ.

En conséquence de la faible réalimentation des piézomètres PZC, PZE, PZG, PZH, PZI et PZK, les prélèvements ont été effectués à la remontée comme recommandé dans le fascicule AFNOR X31-615. La faible productivité en eau de ces ouvrages peut donc influencer la représentativité de l'échantillon réalisé.

Les fiches de prélèvements sont fournies en annexe II.

Entre chaque purge, le matériel a été rincé une première fois avec une solution d'acétone à 10% puis avec de l'eau.

Les eaux d'exhaure ont été rejetées, après passage dans un décanteur portatif équipé de charbon actif, sur la partie enherbée du site.

L'ensemble des échantillons a ensuite été envoyé en express au laboratoire d'analyse EUROFINS reconnu par le COFRAC (envoi le 12 août 2014).

II.6 - Analyses sur les échantillons d'eau

L'ancienne activité du site étant liée au stockage et à la distribution de carburant, les échantillons d'eau prélevés ont donc fait l'objet des analyses suivantes :

- *Indice hydrocarbures (C10 - C40) - (méthode interne, extraction hexane, analyse par GC-FID) ;*
- *hydrocarbures volatils (C5 - C10) - (méthode interne, analyse par GC/MS) ;*
- *benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (méthode interne, on-line purge+trap GCMS/headspace GCMS).*

Les bordereaux de résultats du laboratoire sont fournis en annexe III.

Le conditionnement des échantillons est constitué de 2 vials en verre de 40 ml contenant un conservateur (H₂SO₄) et d'une bouteille en verre (réserve) de 250 ml.

II.7 – Caractérisation des gaz du sol

II.7.1 - Prélèvements des gaz du sol

Les prélèvements d'air ont été effectués à l'aide d'une pompe à débit constant (pompe GILAIR) équipée d'une cartouche de charbon actif (orbo 32 small). Le débit d'air de la pompe peut être réglé entre 0,2 et 3L/min.

Le débit d'air lors des prélèvements a été fixé à 0,2 L/min.

A l'issue du prélèvement, les cartouches ont été refermées hermétiquement à l'aide de bouchons fournis par le laboratoire puis placées dans une glacière maintenue réfrigérée.

L'ensemble des échantillons a ensuite été envoyé en express au laboratoire d'analyse EUROFINS reconnu par le COFRAC (envoi le 06 août 2014).

II.7.2 - Analyses des gaz du sol

Les analyses suivantes ont été effectuées :

- *hydrocarbures aromatiques volatils (BTEX) sur charbon actif (méthode interne) ;*
- *hydrocarbures volatils C5-C16 (TPH) avec répartition fractionnée aliphatique / aromatique (méthode interne).*

Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont fournis en annexe III.

II.8 - Mesures des concentrations en gaz

Au droit de chaque sondage réalisé, une mesure de la concentration en hydrocarbures volatils a été effectuée à l'aide d'ampoules de type colorimétrique.

Les mesures se font à l'aide d'une pompe manuelle. Une ampoule colorimétrique est placée à l'extrémité de la pompe. À chaque coup de pompe, un volume constant de gaz, soit 100 ml, traverse

l'ampoule et modifie la couleur selon la concentration en gaz. Les ampoules colorimétriques sont étalonnées pour 500 ml, soit 5 coups de pompe. Sur chaque sondage les teneurs en ppm d'hexane ont été mesurées puis converties en ppm d'octane.

II.9 – Essai de pompage

Afin de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère superficiel, un essai de pompage a été réalisé sur l'ouvrage PZJ le 08 août 2014. L'ouvrage est équipé d'une pompe immergée couplée à un régulateur de débit. Les eaux d'exhaures prélevées lors de l'étape de pompage ont été dirigées vers un séparateur portable équipé d'un bouchon de charbon actif.

Dans la majorité des cas, les essais de pompage se réalisent sur la descente. La technique consiste à pomper (à débit constant) les eaux d'un premier ouvrage tout en mesurant la variation temporelle du niveau piézométrique dans un autre ouvrage implanté à proximité.

En raison de l'éloignement des ouvrages (piézomètres) situés sur la zone d'étude, il n'a pas été possible de réaliser l'essai de pompage sur la descente. Par contre, l'exécution d'un essai de pompage sur la remontée est réalisable à partir d'un seul ouvrage. De plus, cette technique permet de s'affranchir de phénomènes parasites propres à l'ouvrage (pertes de charges quadratiques).

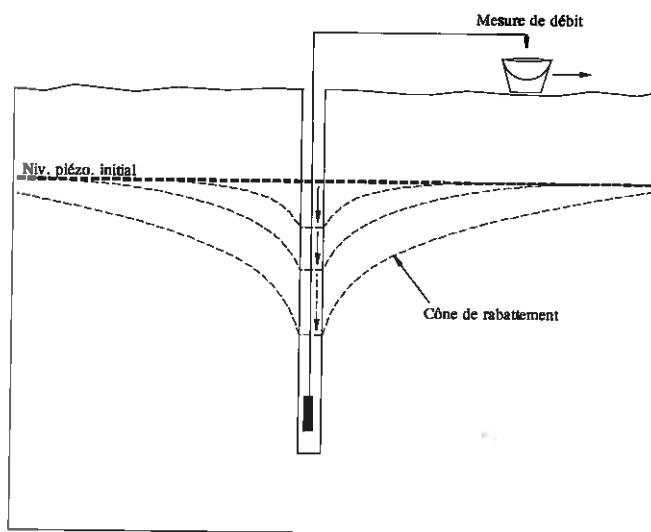


Figure n°8 : Schéma de principe du pompage.

Le principe de la technique employée consiste à pomper (à débit constant) les eaux d'un ouvrage de manière à générer un cône de rabattement (Etape 1). Immédiatement après arrêt du pompage, un suivi de l'évolution temporelle du niveau piézométrique est effectué (Etape 2).

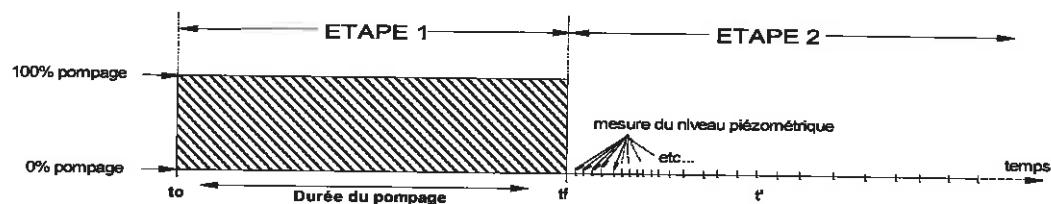


Figure n°9 : Schéma du déroulement de l'essai de pompage.

Les mesures effectuées lors de l'essai de pompage sont disponibles en annexe IV.

III - RESULTATS

III.1 - Nature et structure géologique du sous-sol

III.1.1 – Lithologie

Les différents horizons géologiques rencontrés sont décrits dans la figure suivante. L'équipement des piézomètres est également fourni.

Les relevés géologiques des ouvrages sont fournis en annexe V.

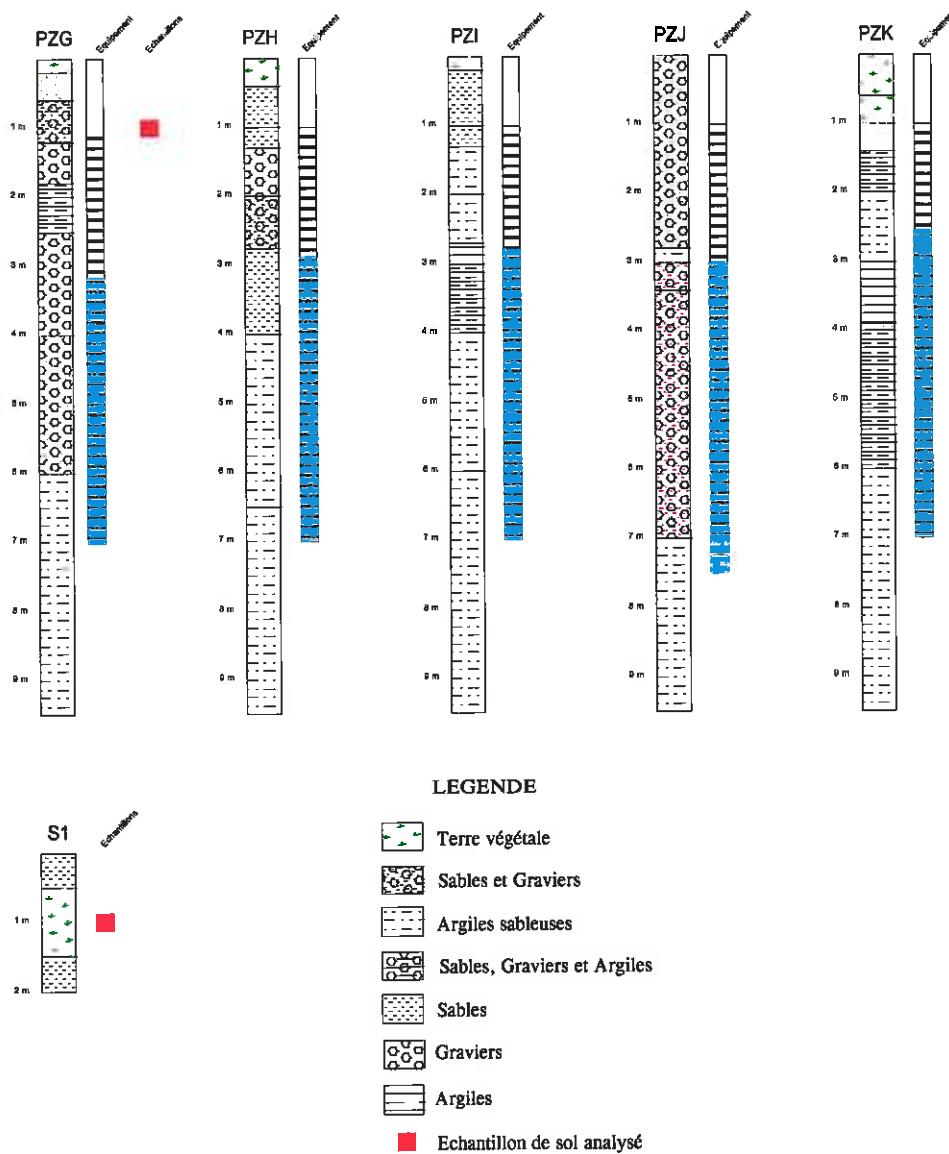


Figure n°10 : Profil lithologique des piézomètres et du sondage (04.089.A.AF(R.09.1).10.1)

Les relevés lithologiques mettent en évidence, sous le revêtement de surface (terre végétale ou remblais), la présence principalement d'argiles sableuses, parfois associées à des graviers.

Lors de la foration, l'arrivée d'eau a été constatée aux alentours de 3 mètres de profondeur.

III.1.2 – Indices organoleptiques

Des mesures organoleptiques ont été réalisées à l'avancement de chacun des sondages. Les résultats obtenus figurent dans le tableau suivant.

Ouvrages	Profondeur (m)	Odeurs suspectes	Colorations suspectes
PZG	0 - 0,6	Aucune	-
	0,6 - 1,2	Moyenne	Noir
	1,2 - 2,5	Faible	
	2,5 - 9,5	Moyenne	-
PZH	0 - 9,5	Aucune	-
	0 - 2	Aucune	-
	2 - 2,7	Faible	-
	2,7 - 3	Moyenne	-
PZI	3 - 4	Forte	-
	4 - 9,5	Aucune	-
	0 - 9,5	Aucune	-
	0 - 3	Aucune	-
PZK	3 - 3,5	Faible	-
	3,5 - 4	Forte	-
	4,0 - 6,0	Faible	-
	6 - 9,5	Aucune	-
S1	0 - 0,5	Aucune	-
	0,5 - 1,5	Aucune	Noir
	1,5 - 2,5	Aucune	-

Figure n°11 : Indices organoleptiques.
(04.089.A.AF(R.09.1).11.1)

Au droit des sondages, les arrivées d'eau apparaissaient en moyenne entre 2,75 et 3 mètres de profondeur.

Lors de la réalisation des piézomètres, trois d'entre eux (PZG, PZI et PZK) présentent une odeur caractéristique en hydrocarbures. En moyenne, la présence d'odeur se situe entre 2 et 9,5 mètres de profondeur, mais les intensités les plus significatives correspondent à la zone saturée.

Au cours de la foration, un horizon noir a été identifié sur PZG et c'est pourquoi le sondage S1 a été réalisé. Cet horizon a été repéré également sur S1 et correspond à un horizon de tourbe.

III.2 - Hydrogéologie du site, nivellation et piézométrie

Les résultats des nivelllements et des mesures piézométriques, depuis le début des investigations, sont reportés dans le tableau suivant.

		PZA	PZB	PZC	PZD	PZE	PZF	PZG	PZH	PZI	PZJ	PZK
Niveau d'eau (m)	14/02/2012	3,580	3,735	3,640	4,745	s.o.						
	22/03/2012	4,065	4,020	3,875	4,940	s.o.						
	03/04/2013	inerté	1,780	1,810	inaccessible	s.o.						
	17/10/2013	inerté	2,760	2,995	inaccessible	3,980	2,870	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
	11/08/2014	inerté	2,830	3,200	inaccessible	4,360	3,000	3,130	2,890	2,970	2,920	2,680
	Nivellement (m relatif) février 2012	100	100,13	100,08	99,932	s.o.						
Nivellement (m relatif) mars 2012	100	100,12	100,10	99,95	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
	Nivellement (m relatif) octobre 2013	détruit	100,12	100,10	inaccessible	100,06	100,30	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
	Nivellement (m relatif) août 2014	détruit	100,12	100,09	inaccessible	100,06	100,30	100,31	100,17	100,25	100,28	100
	Repère de mesure	s.o.	PVC	PVC	s.o.	PVC						
Piézométrie (m relatif)	11/06/2014	96,420	96,395	96,440	95,187	s.o.						
	22/03/2012	95,935	96,110	96,205	94,992	s.o.						
	03/04/2013	inerté	98,350	98,270	inaccessible	s.o.						
	17/10/2013	inerté	97,360	97,105	inaccessible	96,080	97,430	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
	06/08/2014	inerté	97,290	96,890	inaccessible	95,700	97,300	97,180	97,280	97,280	97,360	97,320

s.o : sans objet

Figure n°12 : Nivellement relatif et piézométrie.
(04.089.A.AF(R.09.1).12.1)

Remarques : Suite à une suspicion d'erreur sur la réalisation du nivellation et des mesures piézométriques, une nouvelle campagne de nivellation et de relevés piézométriques a été réalisée le 22 mars 2012.

Les données du nivellation de mars 2012 coïncident avec celle de février 2012.

Les relevés piézométriques de la dernière campagne d'août 2014 montrent que le niveau d'eau s'est stabilisé à une profondeur comprise entre 2,68 et 4,36 mètres.

Au droit des ouvrages PZB, PZC PZE et PZF, les niveaux d'eau ont diminué de 0,2 mètre en moyenne par rapport à octobre 2013.

Aucune phase libre d'hydrocarbures n'a été détectée sur les ouvrages lors de ce suivi.

Le sens des écoulements des eaux souterraines est représenté sur la figure suivante.

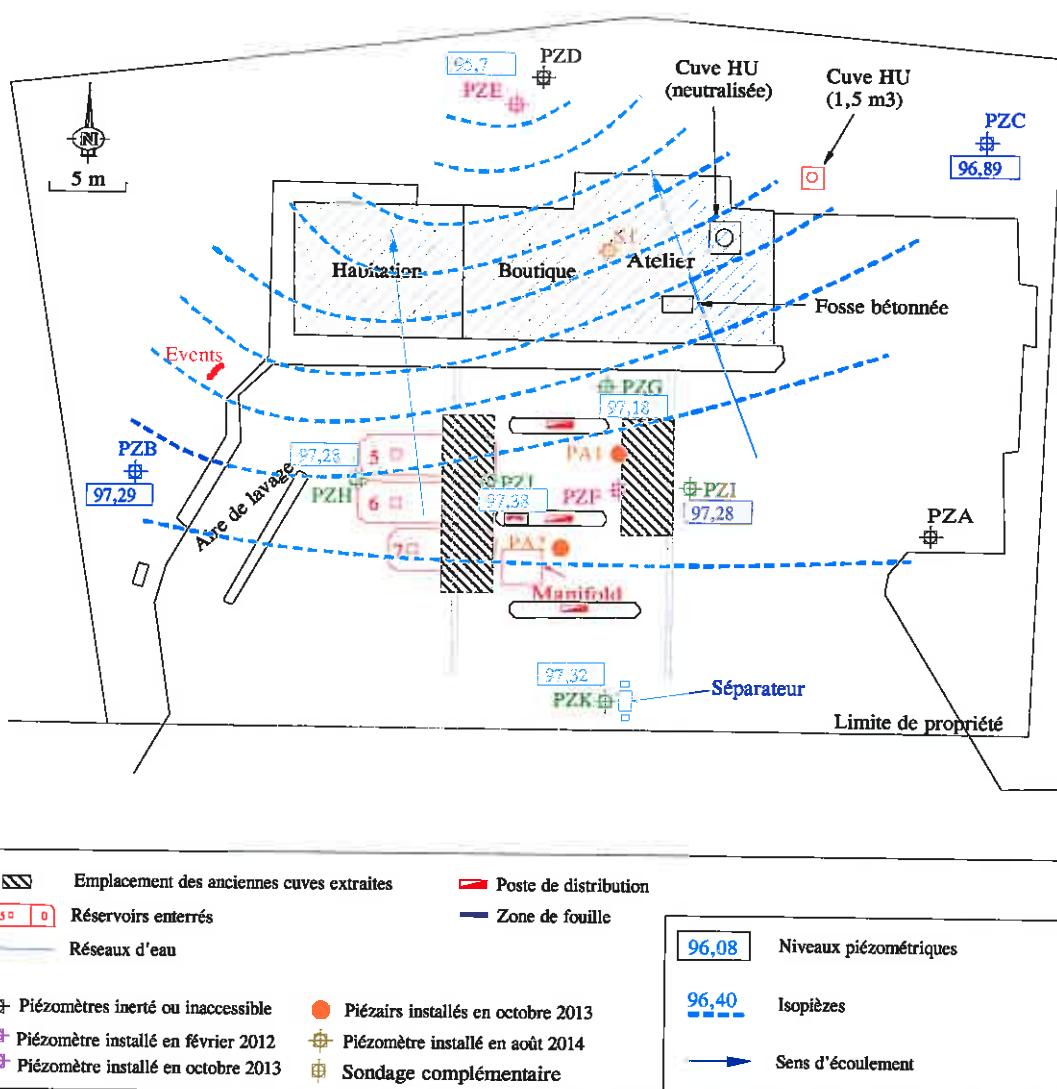


Figure n°13 : Nivellement relatif et piézométrie.
(04.089.A.AF(D.09.1).01.1)

En août 2014, les eaux souterraines s'écoulent en direction du quart Nord-Ouest, selon un gradient hydraulique de l'ordre de 6 % comme lors de la campagne précédente d'octobre 2013.

Les piézomètres PZF, PZH, PZI, PZJ et PZK sont au milieu des anciennes infrastructures pétrolières. Le piézomètre PZG est en aval immédiat des anciennes infrastructures. Les ouvrages PZB et PZC sont en position latérale de l'ensemble du site. Le piézomètre PZK caractérise l'amont hydraulique quant au piézomètre PZE, il caractérise l'aval hydraulique de l'ancienne station-service.

III.3 – Etat des ouvrages

Les neuf piézomètres ont été contrôlés de manière approfondie afin de vérifier leur état et si besoin de recommander des travaux de réfection.

- PZB : la bouche PEHD est en bon état (état général et propreté) ;
- PZC : la bouche PEHD est en bon état (état général et propreté) ;
- PZE : la bouche PEHD est en bon état (état général et propreté) ;
- PZF : la bouche PEHD est en bon état (état général et propreté) ;
- PZG : la bouche PEHD est en bon état (état général et propreté)
- PZH : la bouche PEHD est en bon état (état général et propreté)
- PZI : la bouche PEHD est en bon état (état général et propreté)
- PZJ : la bouche PEHD est en bon état (état général et propreté)
- PZK : la bouche PEHD est en bon état (état général et propreté)

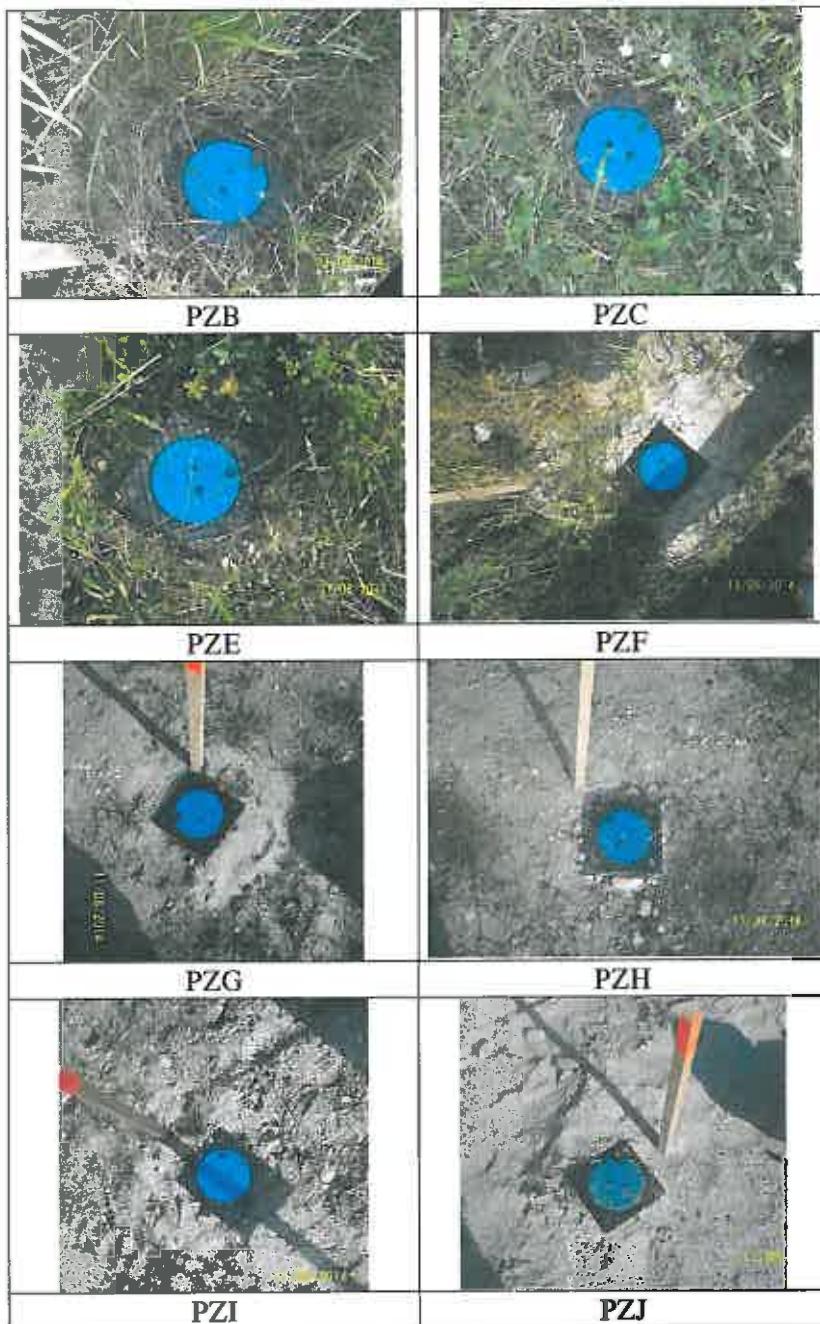




Figure n°14 : Vue des piézomètres

L'ouvrage PZA a été inerté et le piézomètre PZD reste introuvable.

Lors de la réalisation des purges et en tenant compte des mesures de fond fournies dans le tableau ci-dessous, aucun colmatage significatif des ouvrages n'a été identifié.

	PZA	PZB	PZC	PZD	PZE	PZF	PZG	PZH	PZI	PZJ	PZK
Mesures du fond des ouvrages (m)	14/02/2012	7,99	8,40	8,70	8,44	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
	03/04/2013	inerté	8,33	8,67	inaccessible	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
	17/10/2013	inerté	8,50	8,68	inaccessible	7,84	5,64	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.
	11/08/2014	inerté	8,60	8,71	inaccessible	8,36	5,94	6,95	6,78	6,90	7,18
											6,81

Figure n°15 : Evolution de la profondeur des ouvrages.
(04.089.A.AF(R.09.1).15.1)

III.4 - Définition des valeurs seuils

III.4.1 - Valeur guide pour les eaux souterraines

Il n'existe aucune valeur réglementaire applicable sur les eaux souterraines au droit de la station-service pour les paramètres analysés.

A titre indicatif, les résultats de cette campagne de suivi ont été comparés aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine et des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, présentées respectivement dans les annexes I et II de l'Arrêté du 11 janvier 2007.

Les valeurs guide, établies par l'OMS, correspondant aux seuils d'acceptation pour les eaux de boissons sont également présentées. Ces valeurs de l'OMS sont issues du « guidelines for drinking-water, 3rd édition 2004 ».

Il sera également tenu compte de la variation des teneurs dans le temps. L'évolution entre les piézomètres amont et aval est également prise en compte en fonction du sens d'écoulement.

Eléments	Limite de qualité Eau potable ($\mu\text{g/l}$)	Limite de qualité Eau brutes ($\mu\text{g/l}$)	Valeurs guides de l'OMS (eaux de boissons) ($\mu\text{g/l}$)
Hydrocarbures totaux		1000	
Benzène	1		10
Toluène			700
Ethylbenzène			300
Xylènes totaux			500

Figure n°16 : Extrait des valeurs guides en matière de pollution des eaux souterraines.

Les résultats d'analyses obtenus peuvent être classés en trois groupes :

- *les teneurs inférieures aux limites de quantification (résultats en vert) ;*
- *les teneurs comprises entre les limites de quantification et les valeurs-guides (résultats en bleu) ;*
- *les teneurs supérieures aux valeurs guides (résultats en rouge).*

En cas d'absence de valeur réglementaire française pour la qualité de l'eau, les valeurs guide de l'OMS seront retenues.

III.4.2 - Valeur guide pour hydrocarbures adsorbés

Conformément à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués décrite dans la circulaire ministérielle de 08 novembre 2007 du MEDD, les résultats d'analyses de sol doivent être comparés au bruit de fond ou à des valeurs réglementaires.

Pour les composés organiques, aucune valeur réglementaire n'est disponible sur le milieu sol. La comparaison entre les différents résultats permettra d'établir d'éventuelles teneurs anormales. A titre indicatif, la valeur seuil d'acceptabilité comme déchets inertes en CET 3 est de 500 mg/kg pour les hydrocarbures et de 6 mg/kg pour la somme des BTEX.

III.5 - Caractérisation des eaux souterraines

Les résultats des analyses en hydrocarbures dissous et BTEX sur les eaux souterraines au droit de l'ancienne station-service sont présentés dans le tableau suivant.

	Eléments	PZA	PZB	PZC	PZD	PZE	PZF	PZG	PZH	PZI	PZJ	PZK	Valeur seuil AEP
14/02/2012	Hydrocarbures dissous ($\mu\text{g/l}$)	CS-C10 <60	<60	<60	<60	S.O.	1000						
	C10-C40	48	<30	<30	<30								1
	Total	48 < x < 108	<90	<90	<90								700
	BTEX ($\mu\text{g/l}$)	Benzène <0,5	<0,5	<0,5	<0,5								300
		Toluène <1	<1	<1	<1								500
		Éthylbenzène <1	<1	<1	<1								
		Xylène totaux <2	<2	<2	<2								
		CS-C10 <60	<60	détruit	détruit	S.O.	1000						
03/04/2013	Hydrocarbures dissous ($\mu\text{g/l}$)	C10-C40 <30	<30										1
	Total	<90	<90										700
	BTEX ($\mu\text{g/l}$)	Benzène <0,5	<0,5										300
		Toluène <1	<1										500
		Éthylbenzène <1	<1										
		Xylène totaux <2	<2										
		CS-C10 <60	<60	détruit	détruit	S.O.	1000						
17/10/2013	Hydrocarbures dissous ($\mu\text{g/l}$)	C10-C40 <30	<30										1
	Total	<90	<90										700
	BTEX ($\mu\text{g/l}$)	Benzène <0,5	<0,5										300
		Toluène <1	<1										500
		Éthylbenzène <1	<1										
		Xylène totaux <2	<2										
		CS-C10 <60	<60	détruit	détruit	S.O.	1000						
16/12/2013	Hydrocarbures dissous ($\mu\text{g/l}$)	C10-C40 <30	<30										1
	Total	<90	<90										700
	BTEX ($\mu\text{g/l}$)	Benzène <0,5	<0,5										300
		Toluène <1	<1										500
		Éthylbenzène <1	<1										
		Xylène totaux <2	<2										
		CS-C10 <60	<60	détruit	détruit	S.O.	1000						
18/03/2014	Hydrocarbures dissous ($\mu\text{g/l}$)	C10-C40 <30	<30										1
	Total	<90	<90										700
	BTEX ($\mu\text{g/l}$)	Benzène <0,5	<0,5										300
		Toluène <1	<1										500
		Éthylbenzène <1	<1										
		Xylène totaux <2	<2										
		CS-C10 <60	<60	détruit	détruit	S.O.	1000						
11/06/2014	Hydrocarbures dissous ($\mu\text{g/l}$)	C10-C40 <30	<30										1
	Total	<90	63 < x < 123										700
	BTEX ($\mu\text{g/l}$)	Benzène <0,5	<0,5										300
		Toluène <1	<1										500
		Éthylbenzène <1	<1										
		Xylène totaux <2	<2										
		CS-C10 <60	<60	détruit	détruit	S.O.	1000						
11/08/2014	Hydrocarbures dissous ($\mu\text{g/l}$)	C10-C40 <30	<30										1
	Total	<90	<90										700
	BTEX ($\mu\text{g/l}$)	Benzène <0,5	<0,5										300
		Toluène <1	<1										500
		Éthylbenzène <1	<1										
		Xylène totaux <2	<2										
		CS-C10 <60	<60	détruit	détruit	S.O.	1000						

Figure n°17 : Résultats des analyses en hydrocarbures dissous et BTEX sur les eaux souterraines.

(04.089.A.AF(R.09.1).18.1)

Cette campagne d'analyse d'août 2014 a permis de :

- Confirmer les impacts significatifs en hydrocarbures dissous, benzène, éthylbenzène et xylènes au droit de PZF (avec néanmoins une baisse de la teneur en toluène, éthylbenzène et xylènes) ;
- Identifier des impacts en hydrocarbures dissous, benzène, éthylbenzène et xylènes au droit de PZG ainsi qu'un faible marquage en toluène ;
- Observer de faibles marquages en hydrocarbures dissous, toluène et éthylbenzène mais surtout un impact en benzène totaux sur PZI ;
- Déterminer des impacts en hydrocarbures totaux, benzène et éthylbenzène au droit de PZK (amont hydraulique) ainsi qu'un faible marquage en toluène et xylènes totaux ;

- Constater l'absence d'impact en hydrocarbures et BTEX aux droits de PZE (aval hydraulique), PZH et PZJ.

Les résultats d'analyses mettent en évidence un panache dissous étroit (peu d'extension latérale) et qui ne sort pas du site.

L'origine des impacts résiduels dans les eaux souterraines semble être liée à l'ancienne cuve Est extraite en 2014, les anciennes pistes et réseaux de distribution et/ou l'ancien séparateur.

Les résultats d'analyses des eaux souterraines de la dernière campagne de contrôle de la qualité des eaux souterraines sont présentés sur la figure de la page suivante.

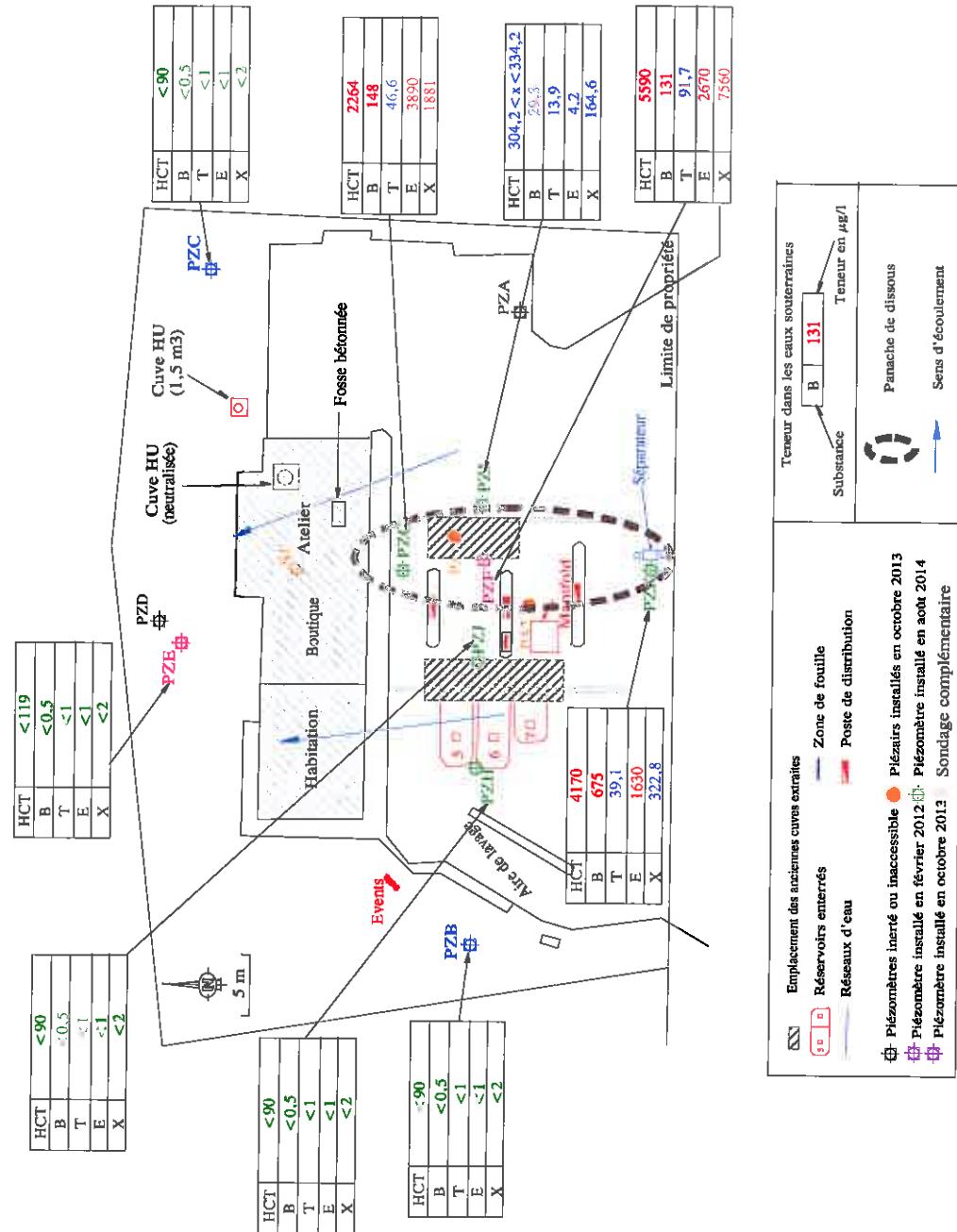


Figure n°18 : Synthèse des impacts résiduels.
(02.003.A.AF(R.63.1).25.1)

Les résultats d'analyses des eaux souterraines permettent d'identifier un panache en dissous situé au niveau des piézomètres PZF, PZG et PZK. Un impact plus limité est également identifié en PZI qui permet de délimiter l'extension du panache à l'Est.

III.6 - Caractérisation des sols

III.6.1 - Mesures gazeuses

Les différentes mesures de gaz, réalisées pour chaque ouvrage, sont récapitulées dans le tableau suivant.

Sondage	Mesures en hydrocarbures Volatils (ppmV Octane)
PZG	0
PZH	0
PZI	0
PZJ	0
PZK	200
S1	0

Figure n°19 : Mesures gazeuses.
(04.089.A.AF(R.609.1).21.1)

Aucune anomalie significative n'a été mesurée sur l'ensemble des ouvrages, excepté au droit de PZK avec une anomalie modérée (200 ppmV).

III.6.2 - Résultats analytiques

Les résultats des analyses de sol sont reportés dans le tableau suivant.

	11/08/2014	Hydrocarbures dissous (mg/kg MS)		
			C5-C10	PZG (1m)
		C10-C40	96,1	39,4
		Total	103,8	< 41,4
		Benzène	< 0,05	< 0,05
		Toluène	< 0,05	< 0,05
		Ethylbenzène	< 0,05	< 0,05
		Xylènes totaux	0,14 < x < 0,34	< 0,25

Figure n°20 : Résultats des analyses en hydrocarbures adsorbés et BTEX sur les sols.
(04.089.A.AF(R.09.1).17.2)

Les résultats d'analyse du laboratoire mettent en évidence l'absence d'impact significatif en hydrocarbures adsorbés et BTEX dans les sols aux droits des sondages supplémentaires. Les colorations suspectes semblent être d'origine naturelle (tourbe).

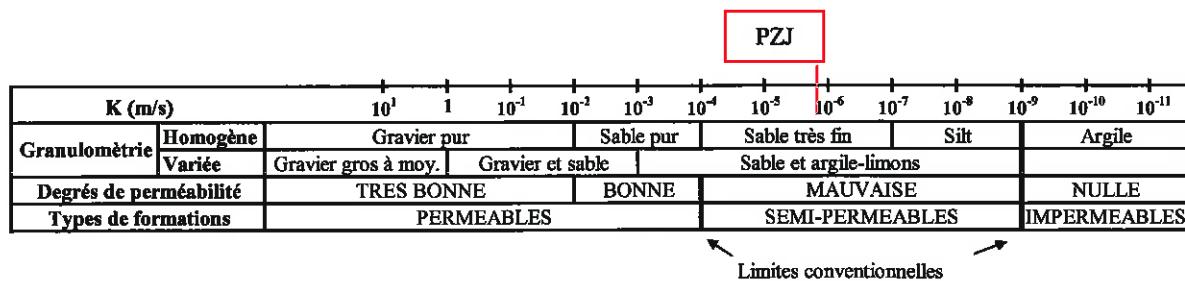


Figure n°23 : Echelle de perméabilité (d'après G. CASTANY).

b) Discussion

L'interprétation de l'essai de pompage au droit du piézomètre PZJ indique une perméabilité de l'ordre de 10^{-6} m/s en rapport avec la lithologie (argiles et sables).

III.8 – Etat des milieux gaz du sol

Les prélevements dynamiques sur cartouche de charbon actif ont été réalisés selon les caractéristiques suivantes :

		Paramètre	Unité	Données	
17/10/13	Lieu			PA1	PA2
	Type de cartouche			orbo 32 small	orbo 32 small
	Débit de prélevement	l/min		0,2	0,2
	Durée du prélevement	min		100	100
	Volume d'air prélevé	l		20	20
16/12/13	Lieu			PA1	PA2
	Type de cartouche			orbo 32 small	orbo 32 small
	Débit de prélevement	l/min		0,2	0,2
	Durée du prélevement	min		202	201
	Volume d'air prélevé	l		40,4	40,2
18/03/14	Lieu			PA1	PA2
	Type de cartouche			orbo 32 small	orbo 32 small
	Débit de prélevement	l/min		0,2	0,2
	Durée du prélevement	min		205	189
	Volume d'air prélevé	l		41	37,8
11-12/06/104	Lieu			PA1	PA2
	Type de cartouche			orbo 32 small	orbo 32 small
	Débit de prélevement	l/min		0,2	0,2
	Durée du prélevement	min		182	200
	Volume d'air prélevé	l		36,4	40
06/08/104	Lieu			PA1	PA2
	Type de cartouche			orbo 32 small	orbo 32 small
	Débit de prélevement	l/min		0,2	0,2
	Durée du prélevement	min		186	190
	Volume d'air prélevé	l		37,2	38

Figure n°24 : Caractéristiques dynamiques et temporelles des prélevements sur charbon actif
(04.089.A.AF(R.09.1).23.1)

Les résultats des prélèvements d'air des campagnes réalisés dans les piézairs PA1 et PA2 sont présentés dans les tableaux suivants.

Piézair PA1				Historique PA1			
Substances		06/08/2014		17/10/2013		16/12/2013	
		Résultats d'analyses ($\mu\text{g}/\text{cartouche}$)	Volume d'air (L/cartouche)	[X] air du sol (mg/m^3)	08/03/2014	11/06/2014	
Hydrocarbures aliphatiques	>C5-C6	<5	<5	37,2	<0,1344	<0,1374	<0,1374
	>C6-C8	<5	<5	37,2	<0,1344	<0,1374	<0,1374
	>C8-C10	<5	<5	37,2	<0,1344	<0,1374	<0,1374
	>C10-C12	<5	<5	37,2	<0,1344	<0,1374	<0,1374
	>C12-C16	<5	<5	37,2	<0,1344	<0,1374	<0,1374
	Benzène	<0,2	<0,2	37,2	<0,0054	<0,0050	<0,0055
	Toluène	<0,2	<0,2	37,2	<0,0054	<0,0050	<0,0055
	Ethylbenzène	<0,2	0,69	37,2	0,0185	<0,0050	<0,0049
	Xylènes	<0,2	0,69	37,2	0,0185	<0,0099	<0,0098
	>C6-C7	<0,2	<0,2	37,2	<0,0054	<0,0050	<0,0055
Hydrocarbures aromatiques	>C7-C8	<0,2	<0,2	37,2	<0,0054	<0,0050	<0,0055
	>C8-C10	<5	<5	37,2	<0,1344	<0,1238	<0,1374
	>C10-C12	<5	<5	37,2	<0,1344	<0,1238	<0,1374
	>C12-C16	<5	<5	37,2	<0,1344	<0,1238	<0,1374
	Benzène	<0,2	<0,2	37,2	<0,0053	<0,0050	<0,0055
	Toluène	0,31	<0,2	38	0,0082	<0,0050	0,0110
	Ethylbenzène	<0,2	<0,2	38	<0,0053	<0,0050	<0,0053
	Xylènes	<0,7	<0,4	38	<0,0184	<0,0100	<0,0106

Valeurs retenues pour l'ARR

Piézair PA2				Historique PA2			
Substances		06/08/2014		17/10/2013		16/12/2013	
		Résultats d'analyses ($\mu\text{g}/\text{cartouche}$)	Volume d'air (L/cartouche)	[X] air du sol (mg/m^3)	08/03/2014	11/06/2014	
Hydrocarbures aliphatiques	>C5-C6	<5	<5	38	<0,1316	<0,1244	<0,1323
	>C6-C8	<5	<5	38	<0,1316	<0,1244	<0,1323
	>C8-C10	<5	<5	38	<0,1316	<0,1244	<0,1323
	>C10-C12	<5	<5	38	<0,1316	<0,1244	<0,1323
	>C12-C16	<5	<5	38	<0,1316	<0,1244	<0,1323
	Benzène	<0,2	<0,2	38	<0,0053	<0,0050	<0,0053
	Toluène	0,31	<0,2	38	0,0082	<0,0050	<0,0053
	Ethylbenzène	<0,2	<0,2	38	<0,0053	<0,0050	<0,0053
	Xylènes	<0,7	<0,4	38	<0,0184	<0,0100	<0,0106
	>C6-C7	<0,2	<0,2	38	<0,0053	<0,0050	<0,0053
Hydrocarbures aromatiques	>C7-C8	0,31	<0,2	38	0,0082	<0,0050	0,0110
	>C8-C10	<5	<5	38	<0,1316	<0,1244	<0,1323
	>C10-C12	<5	<5	38	<0,1316	<0,1244	<0,1323
	>C12-C16	<5	<5	38	<0,1316	<0,1244	<0,1323

Valeurs retenues pour l'ARR

Figure n°25 : Résultats des analyses des cartouches de charbon actif sur les piézairs PA1 et PA2
(04.089.A.AF(R.09.1).24.1)

Pour les campagnes d'août 2014, au droit du piézair PA1, la présence d'éthylbenzène a été identifiée. Au droit du piézair PA2, des hydrocarbures aromatiques C6-C7 et du toluène ont été détectés mais avec des teneurs proches des limites de quantification.

Remarque concernant la validité des prélèvements :

Afin de valider le prélèvement (absence de percée de la cartouche), le résultat d'analyse de la couche de contrôle ne doit pas excéder 10 % de la teneur présente dans la couche de mesure.

Lors de cette campagne, les résultats des couches de contrôle sont inférieurs à la limite de quantification du laboratoire pour l'ensemble des substances recherchées pour PA2. Aucune percée de la cartouche n'est identifiée et donc aucun risque de sous-estimation des résultats n'est suspecté.

D'après le laboratoire, et comme rien n'a été détecté sur la couche de mesure, il y a une inversion entre couches de mesure et de contrôle. Du fait de l'absence de marquage sur la couche de mesure, les résultats de la couche de contrôle peuvent être utilisés.

IV - ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS

A l'issue des travaux d'excavation, les sources "sol" ont été retirées (absence d'impact significatif résiduel). Toutefois, au niveau de la zone de travaux, des impacts résiduels en hydrocarbures dissous sont toujours présents dans les eaux souterraines (le toit de la nappe est au-dessus des anciens radiers).

En août 2014, La concentration en éthylbenzène mesurée en PA1 est supérieure à celle qui avait été retenue dans la dernière version d'analyse des risques résiduels. Une mise à jour des calculs de risques est donc nécessaire avec cette nouvelle valeur maximale.

Les résultats sont présentés ci-après.

IV.1 – Évaluation de l'exposition

A partir de données spécifiques du polluant, de données relatives au site et de données caractérisant le bâtiment, le modèle de Johnson et Ettinger (J&E) permet de déterminer un coefficient d'atténuation (α) qui relie la concentration dans l'air intérieur et la concentration du polluant en phase gazeuse au niveau de la source (sols).

La figure suivante représente le principe de fonctionnement du modèle de Johnson & Ettinger.

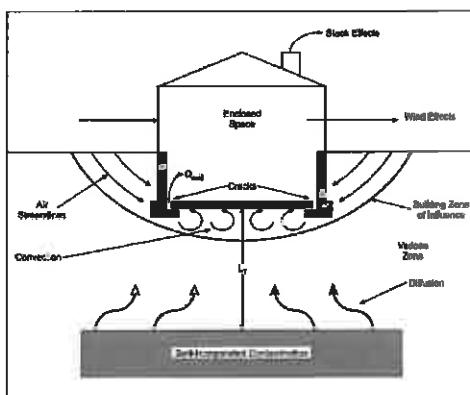


Figure n°26 : Modèle de Johnson et Ettinger - diagramme conceptuel de transfert depuis les sols

Afin de pouvoir modéliser la teneur dans l'air ambiant, différents paramètres doivent être renseignés dans le modèle comme les facteurs relatifs au type de bâtiment, à l'hydrogéologie du site, à la lithologie et aux personnes présentes sur le site.

Les principaux paramètres affectés au modèle sont représentés en annexe VI.

La modélisation a été réalisée sur la base des limites de quantification les plus élevées (campagne d'octobre 2013 - valeurs pénalisantes) pour l'ensemble des paramètres à l'exception de l'éthylbenzène pour lequel les teneurs détectées en août 2014 ont été retenues.

Modèle J & E

		Hydrocarbures volatils - gaz du sol - (mg/m ³)					
		PA1		PA2			
		17/10/2013	06/08/2014	17/10/2013	06/08/2014		
TPH	Hydrocarbures aliphatiques	C5-C6	<0,2500	<0,1344	<0,2500	<0,1316	
		>C6-C8	<0,2500	<0,1344	<0,2500	<0,1316	<9,45E-04
		>C8-C10	<0,2500	<0,1344	<0,2500	<0,1316	<9,45E-04
		>C10-C12	<0,2500	<0,1344	<0,2500	<0,1316	<9,45E-04
		>C12-C16	<0,2500	<0,1344	<0,2500	<0,1316	<9,45E-04
		>C16-C40	-	-	-	-	Non volatils
	Hydrocarbures aromatiques	>C6-C7	<0,0100	<0,0054	<0,0100	<0,0053	<3,78E-05
		>C7-C8	<0,0100	<0,0054	<0,0100	0,0082	<3,78E-05
		>C8-C10	<0,2500	<0,1344	<0,2500	<0,1316	<9,45E-04
		>C10-C12	<0,2500	<0,1344	<0,2500	<0,1316	<9,45E-04
		>C12-C16	<0,2500	<0,1344	<0,2500	<0,1316	<9,45E-04
		>C16-C40	-	-	-	-	Non volatils
Hydrocarbures aromatiques monocycliques	Benzène	<0,0100	<0,0054	<0,0100	<0,0053	<3,51E-05	
	Toluène	<0,0100	<0,0054	<0,0100	0,0082	<3,48E-05	
	Ethylbenzène	<0,0100	0,0185	<0,0100	<0,0053	5,88E-05	
	Xylènes	<0,0200	0,0185	<0,0200	<0,0184	<6,97E-05	
		: données retenues pour la modélisation (valeur les plus pénalisantes)					

Figure n°27 : Concentration modélisées dans l'air intérieur.
(04.089.A.AF(R.09.1).26.1)

Note : pour les xylènes, le calcul de la teneur dans l'air ambiant a été réalisé sur la base des paramètres physicochimique de l'o-xylène (diffusivité dans l'air la plus élevée).

IV.2 - Définition des valeurs toxicologiques de référence

Le scénario retenu correspond à un usage comparable à la dernière période d'exploitation, c'est-à-dire une exposition par inhalation dans un bâtiment à usage de type commercial/industriel.

Les cibles potentielles correspondent à des employés. La fréquence et la durée d'exposition sont négligeables pour la clientèle dans le cadre d'un usage commercial. Seule l'exposition des employés est donc prise en compte.

Deux types de relations dose-réponse sont utilisés conventionnellement :

- **Les effets toxiques à seuil** indiquent un effet qui survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée à une substance isolée. L'intensité des effets croît alors avec l'augmentation de la dose administrée. En deçà de cette dose, on considère que l'effet ne surviendra pas. On parle alors de Dose Journalière Tolérable (DJT) pour une exposition orale et de Concentration Admissible (CA) pour les voies respiratoires.
- **Les effets toxiques sans seuil** indiquent un effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue de l'effet croît avec la dose et la durée de l'exposition, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. La valeur toxicologique de référence est alors un Excès de Risque Unitaire (ERU). Elle est spécifique d'une voie d'exposition et correspond à

la probabilité supplémentaire – par rapport à un sujet non exposé – de contracter un cancer s'il est exposé toute sa vie à une unité de dose du composé chimique cancérogène.

Parmi les substances retenues, le benzène est le seul élément considéré et reconnu comme une substance cancérogène pour l'homme par l'Union Européenne, l'US EPA et le CIRC (OMS).

En ce qui concerne l'éthylbenzène, alors que l'Union Européenne et l'US EPA ne classifient pas la substance vis-à-vis de sa cancérogénicité, l'OMS (CIRC) la considère comme étant peut-être cancérogène pour l'homme (groupe 2B).

Les effets sans seuil seront donc étudiés pour le benzène (cancérogène) et par principe de précaution pour l'éthylbenzène (cancérogène possible).

Les VTR à seuil et sans seuil retenues pour les substances toxiques étudiées sont fournies dans les tableaux suivants.

Remarque : conformément à la circulaire de la Direction Générale de la Santé de mars 2006 concernant le choix des VTR, les valeurs retenues par défaut correspondent à celles de l'US EPA lorsqu'elles sont disponibles.

Effet à seuil

	VTR (mg/m ³)	Source
Hydrocarbures aliphatiques	> C5-C6	18,4
	> C6-C8	18,4
	> C8-C10	1
	> C10-C12	1
	> C12-C16	1
	> 16-C21	(1)
Hydrocarbures aromatiques	Benzène	0,03
	Toluène	5
	Ethylbenzène	1
	Xylènes	0,1
	> C5-C7	(2)
	> C7-C8	0,4
	> C8-C10	0,2
	> C10-C12	0,2
	> C12-C16	0,2
	> C16-C21	(1)

(1) : Donnée non disponible

(2) : Se référer à l'élément benzène

Figure n°28 : VTR inhalation des hydrocarbures pour les effets à seuil

Effet sans seuil

	VTR (mg/m ³) ⁻¹	Source
Benzène	$2,2 \cdot 10^{-3}$ à $7,8 \cdot 10^{-3}$	USEPA
Ethylbenzène	$2,5 \cdot 10^{-3}$	OEHHA

Figure n°29 : VTR inhalation des hydrocarbures pour les effets sans seuil

Par principe de précaution, la valeur de $7,8 \cdot 10^{-3}$ (mg/m³)⁻¹ sera utilisée pour le benzène.

Les valeurs guide applicables dans l'air ambiant en France sont présentées dans le tableau de la page suivante.

Substance	Type de valeur	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Remarque
Critères de qualité de l'air ambiant en France			
Benzène	Objectif de qualité	2	moyenne annuelle
	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 (en 2010)	moyenne annuelle
OMS (Guidelines for Air Quality)			
Benzène	Valeur guide	1,7	pour un risque unitaire de 10^{-5}
Toluène		260	exposition sur 1 semaine
Ethylbenzène		22000	moyenne annuelle
Xylènes		4800	exposition sur 24 h

Figure n°30 : Extrait des valeurs "guide" en matière de pollution de l'air de la population générale

Les concentrations en BTEX modélisées dans l'air intérieur d'un bâtiment de 25 m² sont inférieures aux valeurs guides ci-dessus.

IV.3 - Evaluation quantitative des risques sanitaires – Scénario inhalation

IV.3.1 – Détermination des concentrations inhalées

La Dose Journalière d'Exposition pour le scénario inhalation est donnée par l'équation ci-dessous issue de la Démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) :

$$CI = \left(\sum_i (C_i * t_i) \right) * \frac{F * T}{T_m}$$

Avec :

CI : Concentration moyenne inhalée (mg/m³ ou $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ;

Ci : Concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps t_i ;

t_i : fraction de temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée ;

T : Durée d'exposition (années) ;

F : Fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an) ;

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours) ;

-Pour les effets à seuil des polluants, les quantités administrées seront moyennées sur la durée d'exposition (T_m = T*365) ;

-Pour les effets sans seuil des polluants, T_m sera assimilé à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans, soit T_m = 70*365 = 25550 jours).

Le tableau ci-dessous récapitule les paramètres d'exposition selon les catégories socio-professionnelles.

Cibles	Unités	Artisan commerçant	Cadres et professions libérales	Professions intermédiaires	Employés	Ouvriers
Temps d'exposition journalier lieu de travail ⁽¹⁾	heures/jour	9,18	7,8	7,48	7,4	7,53
Fréquence d'exposition	jour/an			220		
Durée d'exposition	an			40		

⁽¹⁾ : CIBLEX (Version 0) / Budget espace temps / Base de données régionales / Aquitaine

9 : valeur retenue pour l'évaluation des risques

Figure n°31 : Paramètres d'exposition
(04.089.A.AF(R.09.1).30.1)

Par principe de précaution, on retiendra pour un usage de type commercial/industriel le cas le plus défavorable : à savoir une présence dans le bâtiment de 9,18 h/j, 220 j/an durant 40 ans.
Les concentrations inhalées calculées sont présentées dans le tableau suivant.

TPH	Hydrocarbures alaphatiques	Concentration air intérieur (modèle J&T) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CI (concentration inhalée)	
			- bâtiment 25 m^2 -	
			effets à seuil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	effets sans seuil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
TPH	C5-C6	<0,9450	<0,2179	s.o.
	>C6-C8	<0,9450	<0,2179	
	>C8-C10	<0,9450	<0,2179	
	>C10-C12	<0,9450	<0,2179	
	>C12-C16	<0,9450	<0,2179	
	>C16-C40	Non volatils	s.o.	
Hydrocarbures aromatiques monocycliques	>C6-C7	<0,0378	<0,0087	s.o.
	>C7-C8	<0,0378	<0,0087	
	>C8-C10	<0,9450	<0,2179	
	>C10-C12	<0,9450	<0,2179	
	>C12-C16	<0,9450	<0,2179	
	>C16-C40	Non volatils	s.o.	
Hydrocarbures aromatiques monocycliques	Benzène	<0,0035	<0,0008	<0,0005
	Toluène	<0,0035	<0,0008	s.o.
	Ethylbenzène	0,0588	0,0136	0,0077
	Xylènes	<0,0697	<0,0161	s.o.

s.o. : sans objet

Figure n°32 : Récapitulatif des doses d'exposition (concentrations inhalées)
(04.089.A.AF(R.09.1).31.1)

IV.4 – Risque pour les effets à seuil

La circulaire du 8 février 2007 relative aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués définit que pour les effets à seuil, le Quotient de Danger (QD) théorique doit être inférieur à 1.

$$QD = \frac{CI}{VTR(\text{inhalation})}$$

Les quotients de danger calculés à partir des limites de quantification d'octobre 2013 (les plus pénalisantes) sont présentés dans le tableau suivant.

En prenant en compte pour les paramètres non quantifiés les limites de quantification du laboratoire les plus pénalisantes (campagne d'octobre 2013) et les teneurs quantifiées pour l'éthylbenzène (campagne d'août 2014), la somme des quotients de danger est inférieure au seuil de risque de 1 ($QD < 0,0045$).

Pour les effets à seuil, les risques sanitaires calculés pour la voie de transfert inhalation sont acceptables pour un usage comparable à la dernière période d'activité.

TPH	Hydrocarbures aliphatiques	Concentration inhalée (CI) effet à seuil	VTR retenue effet à seuil	Quotient de danger (QD)
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	- Bâtiment 25 m^2 -
Hydrocarbures aromatiques	C5-C6	<0,2179	18400	<0,000012
	>C6-C8	<0,2179	18400	<0,000012
	>C8-C10	<0,2179	1000	<0,0002
	>C10-C12	<0,2179	1000	<0,0002
	>C12-C16	<0,2179	1000	<0,0002
	>C16-C40	-	pas de VTR	-
	C6-C7	<0,0087	30	<0,0003
	>C7-C8	<0,0087	400	<0,00002
	>C8-C10	<0,2179	200	<0,0011
	>C10-C12	<0,2179	200	<0,0011
	>C12-C16	<0,2179	200	<0,0011
	>C16-C40	-	pas de VTR	-
Hydrocarbures aromatiques monocycliques	Benzène	<0,0008	30	<0,0000
	Toluène	<0,0008	5000	<0,000000
	Éthylbenzène	<0,0136	1000	<0,000014
	Xylènes	<0,0161	100	<0,0002
Quotient de Danger (Somme)			<0,0045	

s.o. : sans objet

Figure n°33 : Quotient de Danger
(04.089.A.AF(R.09.1).31.2)

IV.5 – Risque pour les effets sans seuil

La circulaire du 08 février 2007 relative aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués définit que pour les effets sans seuil, l'excès de risque individuel (ERI) théorique doit être inférieur à 10^{-5} .

$$ERI = CI * VTR$$

Les seuls éléments sûrs ou susceptibles d'avoir des effets sans seuils sont le benzène et l'éthylbenzène. Les excès de risque individuel calculés à partir des données les plus pénalisantes (limites de quantification de la campagne d'août pour l'éthylbenzène et de la campagne d'octobre 2013 pour tous les autres paramètres) sont présentés dans le tableau suivant.

Benzène	Concentration inhalée (CI)	VTR retenue effet sans seuil	Excès de risque individuel (ERI)
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	- Bureau 25 m^2 -
Benzène	<4,62E-04	7,80E-06	<3,61E-09
Ethylbenzène	<7,75E-03	2,5E-06	<1,94E-08
ERI Global		<2,30E-08	

Figure n°34 : Excès de risque individuel
(04.089.A.AF(R.09.1).31.3)

En prenant en compte des limites de quantification du laboratoire les plus pénalisantes (teneurs détectées pour la campagne d'août 2014 pour l'éthylbenzène et limites de quantification pour la campagne d'octobre 2013 pour tous les autres paramètres), l'excès de risque individuel global est significativement inférieur au seuil de risque de 10^{-5} (ERI $< 2,3 \cdot 10^{-6}$).

Pour les effets sans seuil (cancérogènes), les risques sanitaires calculés pour la voie de transfert inhalation sont acceptables pour un usage comparable à la dernière période d'activité.

IV.6 – Evaluation des incertitudes

IV.6.1 – Incertitudes sur les substances et les concentrations retenues

En ce qui concerne le choix des substances, ont été retenues celles représentatives de l'activité de l'ancienne station-service, à savoir le stockage et la distribution de carburant.

Les BTEX et les TPH font partie des composés présents dans les hydrocarbures de type essence ou gazole.

Le benzène, substance cancérigène est considéré comme marqueur d'une pollution de type essence, a été recherché et étudié dans le calcul de risque. Les paramètres recherchés sont donc cohérents avec une activité de station-service. Par ailleurs, l'éthylbenzène considéré comme possible substance cancérigène a été également retenu pour les effets sans seuil.

Les BTEX identifiés sont compris dans les TPH mais sont traités comme des paramètres séparés, ce qui est majorant.

Pour l'éthylbenzène, la prise en compte des teneurs détectées en août 2014 est le plus pénalisant (teneurs les plus élevées). Pour les autres paramètres, la prise en compte des limites de quantification du laboratoire les plus élevées correspond au scénario le plus défavorable pour les calculs de risque.

Les incertitudes sur la ponctualité des résultats se trouvent être limitées puisque 4 campagnes de contrôle de la qualité des gaz du sol ont été réalisées.

Malgré la suspicion d'une inversion des couches de mesure et de contrôle sur PA1 et après validation auprès du laboratoire d'analyses, les valeurs obtenues sont exploitables.

IV.6.2 – Incertitudes sur l'exposition et les paramètres retenus

Pour l'inhalation intérieure, l'hypothèse de calcul des risques (paramètre d'exposition) a été déterminée à partir des données statistiques régionales de la base CIBLEX correspondant aux différentes catégories socio-professionnelles. Cette hypothèse retenue est sécuritaire puisque la plus pénalisante.

Les hypothèses retenues sont sécuritaires et permettent de ne pas rajouter de facteur d'incertitude supplémentaire.

IV.6.3 – Incertitudes sur l'évaluation de la toxicité

Les VTR utilisées pour l'évaluation détaillée des risques contiennent des incertitudes. Elles dépendent de nombreux facteurs, que ce soit la variabilité au sein de la population humaine, l'extrapolation de l'animal à l'homme, la durée des essais, la sévérité de l'effet, la voie d'adsorption ou encore le manque de données sur les effets prévus.

Lorsque le facteur d'incertitude est faible pour une VTR, cela signifie que les données nécessaires à son établissement sont relativement complètes. Ainsi, la VTR fournie est considérée comme fiable. Au contraire, plus le facteur d'incertitude est élevé, plus les données sont insuffisantes. Toutefois, dans ce cas, le facteur d'incertitude est volontairement majoré pour avoir une VTR sécuritaire par principe de précaution.

Selon les organismes, on trouve toutefois des VTR différentes pour une même substance et une même voie d'exposition.

La circulaire 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 définit un ordre de sélection dans le cas où plusieurs VTR sont disponibles dans la littérature. La VTR retenue doit se faire suivant la hiérarchisation suivante : US EPA, puis ATSDR, puis OMS, puis Health Canada, puis RIVM, puis OEHHA.

Dans le cadre de l'ARR, les valeurs issues des données chroniques ont systématiquement été retenues. Cependant, il arrive que ces valeurs soient issues de l'extrapolation de données sub-chroniques (voire aiguë).

IV.6.4 – Incertitudes sur les paramètres de modélisation

Le calcul de la teneur dans l'air ambiant a été établi à partir d'une modélisation du transfert de polluant depuis les gaz du sol jusque dans l'air intérieur d'un bâtiment. La modélisation du transfert entre une source et le milieu air ambiant est par défaut sécuritaire et majorante.

Les valeurs par défaut définies dans le modèle Johnson & Ettinger sont globalement sécuritaires. Afin d'être plus réaliste, certains paramètres tels que la nature du sol ou le taux de renouvellement de l'air proviennent soit d'observations de terrain soit de texte réglementaire.

Dans un souci d'hypothèse sécurisante, la surface initiale du bâtiment de la station-service (600m²) a été ramenée à la taille d'un bureau ordinaire (25m²).

IV.6.5 – Calcul de sensibilité

Le tableau de la page suivante met en évidence la variation du quotient de danger en fonction des modifications des paramètres d'entrée du modèle Johnson & Ettinger et ce pour la substance qui présente le plus fort indice de risque, soit les hydrocarbures aromatiques >C8-C10.

Paramètres	Unité	Donnée	Quotient de danger
Type de sol	-	Sables	< 0,00041
		Sables argileux	< 0,00001
Température moyenne du sol (Ts)	°C	10	< 0,00041
		12	< 0,00041
		14	< 0,00041
Epaisseur de la dalle béton (L_{crack})	cm	5	< 0,00041
		10	< 0,00041
		20	< 0,00041
Différence de pression (ΔP)	g/cm·s ²	20	< 0,00023
		40	< 0,00041
		60	< 0,00056
Taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment (ER)	/h	0,3	< 0,00053
		0,39	< 0,00041
		0,5	< 0,00032
Dimensions du bâtiment	cm	L_B	2 000
		W_B	1 000
		L_B	4 000
		W_B	1 500
		L_B	6 000
		W_B	2 000

Paramètre retenu

Figure n°35 : Variation des paramètres du modèle
(04.089.A.AF(R.08.1).28.1)

La variation des paramètres ci-dessus entraîne de légères modifications des quotients de danger. Ils restent toutefois significativement inférieurs au seuil de risque de 1.

IV.7 – Bilan sur les incertitudes

Les hypothèses retenues lors de l'ARR sont sécuritaires et ont permis de définir une compatibilité entre l'état du site et un usage futur comparable à la dernière période d'activité.

V - SCHEMA CONCEPTUEL MIS A JOUR

Le schéma conceptuel, mis à jour à partir des résultats des investigations complémentaires, est illustré sur la figure suivante.

Rappel : l'usage futur du site retenu correspond à un usage comparable à la dernière période d'activité.

Il est considéré que les eaux souterraines ne feront pas l'objet d'une exploitation au droit du site.

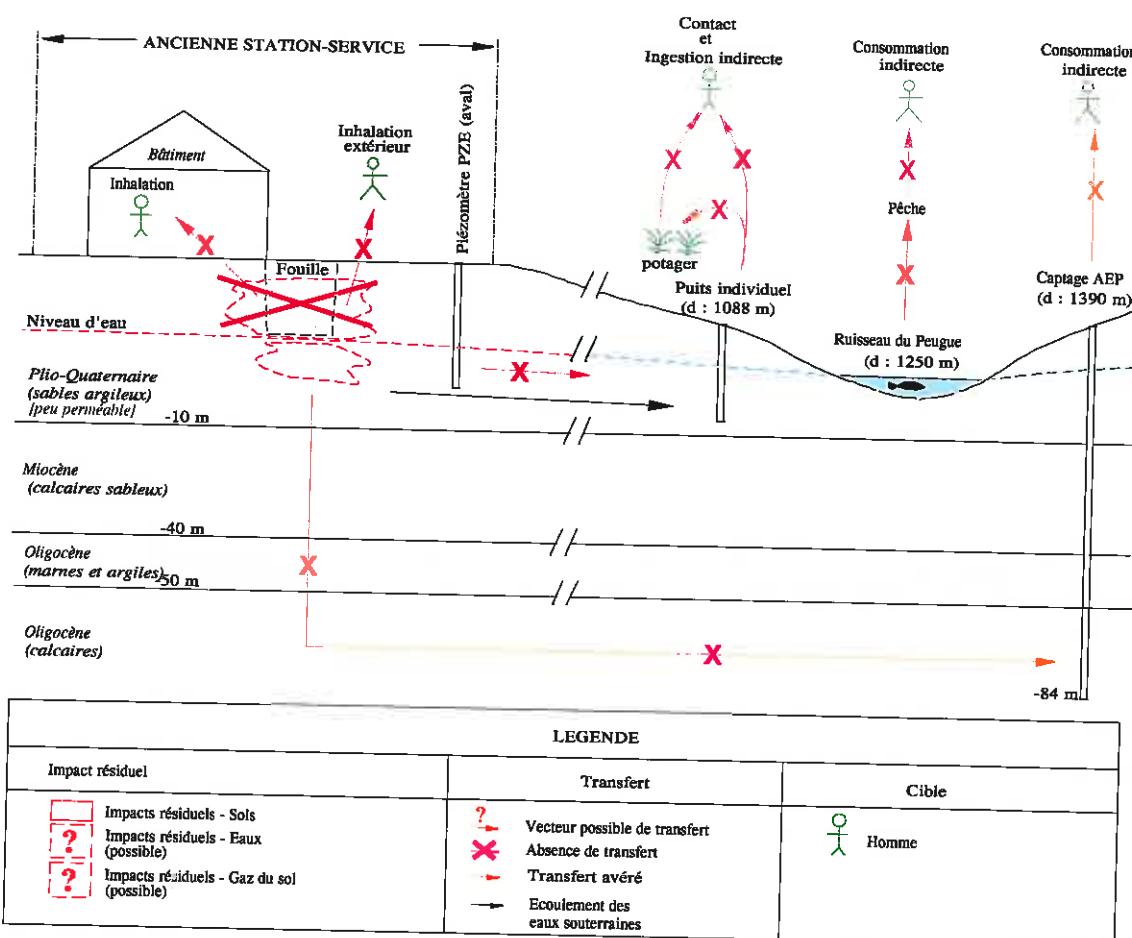


Figure n°36 : Schéma conceptuel août 2014 (usage comparable à la dernière période d'activité)
(04.089.A.AF(R.06.1).36.1)

	Source	Voie de transfert	Voie d'exposition	Cible	Commentaire	
Sur site	Gaz du sol	Volatilisation	Inhalation air intérieur	Homme	L'analyse des risques résiduels, établie à partir de mesures des hydrocarbures volatils des gaz du sol issues de quatre campagnes, met en évidence l'absence de risque sanitaire par inhalation d'air intérieur dans un futur bâtiment destiné à un usage comparable à la dernière période d'exploitation.	
	Gaz du sol	Volatilisation	Inhalation air extérieur	Homme	Le courrier Ministériel du 08 février 2007 (annexe 1) indique que la problématique inhalation en milieu extérieur n'est pas pertinente	
Hors site	Eaux souterraines	Eaux souterraines (transfert horizontal)	Contact cutané Ingestion indirecte	Homme	Les eaux souterraines au droit de la zone d'excavation présentent un impact en hydrocarbures dissous et BTEX. Toutefois, en l'absence de marquage hydrocarbone en limite aval du site, aucun transfert en dehors de l'emprise du site n'est observé.	
	Eaux souterraines	Eaux superficielles	Ingestion indirecte	Homme	Aucun risque n'est donc retenu pour l'exploitation des eaux souterraines superficielles et des eaux superficielles (relation nappe/rivière).	
	Eaux souterraines	Eaux souterraines (transfert vertical)	Consommation indirecte (AEP)	Homme	Les eaux souterraines au droit de la zone d'excavation présentent un impact en hydrocarbures dissous et BTEX. En tenant compte de la profondeur de l'aquifère exploité pour l'AEP (soit de l'Oligocène à 50 m de profondeur au niveau du site ⁽¹⁾) et de la présence d'un horizon marneux surmontant les calcaires de l'Oligocène (épaisseur 10 m ⁽¹⁾), aucun transfert vertical jusque l'aquifère Oligocène n'est suspecté. Aucun risque n'est donc retenu pour la production d'eau potable.	
		Scénario ne présentant pas de risque potentiel	(1) - Source : relevés géologiques de la BDSS (annexe II)			
		Scénario présentant un risque sanitaire potentiel				

Figure n°37 : Résumé des sources, modes de transfert et cibles potentielles
(04.089.A.AF(R.06.1).37.1)

Un impact en hydrocarbures dissous et en BTEX est présent dans les eaux souterraines au droit de la zone ayant fait l'objet de travaux d'excavation. En l'état actuel, aucun transfert en direction de l'aval hydraulique n'est identifié.

En tenant compte d'un usage comparable à la dernière période d'activité sur le site et de l'environnement proche de la zone d'étude, les investigations réalisées (gaz du sol) ont permis de noter l'absence de risque sanitaire inacceptable.

CONCLUSION

Suite à la destruction des ouvrages PZA et PZD lors des travaux de démantèlement (2012 et 2013), et afin de compléter le réseau de surveillance des eaux souterraines, deux piézomètres (PZE et PZF) ont été mis en place en octobre 2013.

Suite aux excavations, des teneurs résiduelles en hydrocarbures volatils avaient été mises en évidence. Afin de réaliser une analyse des risques résiduels (ARR), deux piézairs (PA1 et PA2) ont également été installés en octobre 2013.

Afin de mieux appréhender l'étendue du panache de pollution dissoute, il a été nécessaire de compléter le dispositif de surveillance de la qualité des eaux souterraines. La société AMDE a posé 5 nouveaux piézomètres et a réalisé un essai de pompage.

Les résultats du suivi n°7 de la qualité des eaux souterraines, des investigations complémentaires des sols et des analyses des gaz du sol de l'ancienne station-service TOTAL – Relais des Vignes (CI : 68001), sise 228 avenue Pasteur à Pessac (33), en date du 04 au 11 août 2014, ont permis de :

- Rappeler que le sous-sol, à l'aplomb de la station-service, est constitué de remblais remaniés reposant sur des sables limoneux et sables grossiers à graviers ;
- Attester que les niveaux d'eau ont diminué de 0,2 mètre environ par rapport à la campagne précédente d'avril 2013 ;
- Vérifier que les niveaux d'eau se stabilisent à une profondeur comprise entre 2,68 et 4,36 mètres de profondeur ;
- Certifier un sens d'écoulement en direction du quart Nord-Ouest selon un gradient hydraulique de l'ordre de 6 %, conformément aux campagnes précédentes ;
- Confirmer les impacts significatifs en hydrocarbures dissous, benzène, éthylbenzène et xylènes au droit de PZF ;
- Identifier un panache en dissous situé au niveau des piézomètres PZF, PZG et PZK. Un impact plus limité est également identifié en PZI qui permet de délimiter l'extension du panache à l'Est. L'extension à l'Ouest est limitée par les piézomètres PZH et PZJ non impactés. L'extension au Sud est limitée par le piézomètre PZE non impacté. Aucun impact n'est donc supposé hors site ;
- Mettre en évidence l'absence d'impact significatif en hydrocarbures adsorbés et BTEX dans les sols aux droits du piézomètre PZG (1m) et S1 (1m). Les colorations noires semblent être d'origine naturelle (tourbe) ;
- Déterminer une mauvaise perméabilité de l'ordre de 10^{-6} et $3,24 \cdot 10^{-6}$ m/s ainsi qu'une transmissivité de $1,63 \cdot 10^{-6}$ m²/s sur la zone des anciennes pistes de distribution (PZJ) ;
- Conclure à l'absence de risque sanitaire par inhalation d'air intérieur dans un futur bâtiment destiné à un usage comparable à la dernière période d'exploitation.

Au regard des informations acquises et de l'analyse des risques résiduels, la société AMDE recommande une nouvelle campagne d'analyses des eaux souterraines pour confirmer les résultats notamment en amont du site.

AMDE : un expert qui agit



A.M.D.E.

ANNEXE I : EXTRAITS CARTE IGN et BRGM



Figure n°38 : Plan de localisation de la zone d'étude (1/25.000 - IGN n°2223 E).

ANNEXE II : FICHES DE PRELEVEMENT

Nom du site : Relais des Vignes		Date : 11/08/2014				
Code d'implant : 68001		Heure de prélèvement :				
N° du puits : PZB		Repère : PVC	Ø du puits : 69/75	Matériau tubage : PVC		
Profondeur du puits : Avant purge : 8,57 m		Après purge : 8,60 m				
Opérateurs (entreprise / nom du préleur) : AM DE / Dordhain						
Type de purge : Pompe immergée 12 V		Conditions météo : Soleil				
Profondeur de Purge : fond		Tps de purge : 10 min	Débit : 5 l/min			
Indices organoleptiques avant et pendant purge (odeur / coloration) :						
Avant purge : Eau claire / pas d'odeur		Après purge : Eau claire / pas d'odeur				
Niveau avant purge	Niveau après purge	pH	Température (en °C)	Conductivité (en µS)		
2,83	3,7					
Mesures en cours de purge		6	18,8	438		
Mesures en fin de purge		5,79	16,9	434		

Nom du site : Relais des Vignes		Date : 11/08/2014				
Code d'implant : 68001		Heure de prélèvement :				
N° du puits : PZC		Repère : PVC	Ø du puits : 69/75	Matériau tubage : PVC		
Profondeur du puits : Avant purge : 8,70 m		Après purge : 8,71 m				
Opérateurs (entreprise / nom du préleur) : AM DE / Dordhain						
Type de purge : Pompe immergée 12 V		Conditions météo : Soleil				
Profondeur de Purge : fond		Tps de purge : 5 min	Débit : 5 l/min			
Indices organoleptiques avant et pendant purge (odeur / coloration) :						
Avant purge : Eau claire / pas d'odeur		Après purge : Eau claire / pas d'odeur				
Niveau avant purge	Niveau après purge	pH	Température (en °C)	Conductivité (en µS)		
3,2	sec					
Mesures en cours de purge		5,78	15,5	364		
Mesures en fin de purge		5,69	16,3	364		

Nom du site : Relais des Vignes		Date : 11/08/2014				
Code d'implant : 68001		Heure de prélèvement :				
N° du puits : PZE		Repère : PVC	Ø du puits : 69/75	Matériau tubage : PVC		
Profondeur du puits : Avant purge : 8,34 m		Après purge : 8,36 m				
Opérateurs (entreprise / nom du préleur) : AM DE / Dordhain						
Type de purge : Pompe immergée 12 V		Conditions météo : Soleil				
Profondeur de Purge : fond		Tps de purge : 3 min	Débit : 5 l/min			
Indices organoleptiques avant et pendant purge (odeur / coloration) :						
Avant purge : Eau claire / pas d'odeur		Après purge : Eau claire / pas d'odeur				
Niveau avant purge	Niveau après purge	pH	Température (en °C)	Conductivité (en µS)		
4,36	sec					
Mesures en cours de purge		-	-	-		
Mesures en fin de purge		6,47	19,5	622		

Nom du site : Relais des Vignes		Date : 11/08/2014				
Code d'implant : 68001		Heure de prélèvement :				
N° du puits : PZF		Repère : PVC	Ø du puits : 69/75	Matériau tubage : PVC		
Profondeur du puits : Avant purge : 5,94 m		Après purge : 5,94 m				
Opérateurs (entreprise / nom du préleur) : AM DE / Dordhain						
Type de purge : Pompe immergée 12 V		Conditions météo : Soleil				
Profondeur de Purge : fond		Tps de purge : 10 min	Débit : 5 l/min			
Indices organoleptiques avant et pendant purge (odeur / coloration) :						
Avant purge : Eau claire / odeur forte HC		Après purge : Eau trouble noire / odeur forte HC				
Niveau avant purge	Niveau après purge	pH	Température (en °C)	Conductivité (en µS)		
3	sec					
Mesures en cours de purge		6,95	20,5	687		
Mesures en fin de purge		7	19,4	691		

Nom du site : Relais des Vignes		Date : 11/08/2014				
Code d'implant : 68001		Heure de prélèvement :				
N° du puits : PZG		Repère : PVC	Ø du puits : 69/75	Matériau tubage : PVC		
Profondeur du puits : Avant purge : 6,94 m		Après purge : 6,95 m				
Opérateurs (entreprise / nom du préleur) : AM DE / Dordhain						
Type de purge : Pompe immergée 12 V		Conditions météo : Soleil				
Profondeur de Purge : fond		Tps de purge : 3 min	Débit : 5 l/min			
Indices organoleptiques avant et pendant purge (odeur / coloration) :						
Avant purge : Eau claire / odeur moyenne HC		Après purge : Eau trouble noir / odeur moyenne HC				
Niveau avant purge	Niveau après purge	pH	Température (en °C)	Conductivité (en µS)		
3,13	sec					
Mesures en cours de purge		6,79	20,4	656		
Mesures en fin de purge		6,53	20,8	646		

Nom du site : Relais des Vignes		Date : 11/08/2014				
Code d'implant :	68001	Heure de prélèvement :				
N° du puits : PZH	Repère : PVC	Ø du puits : 69/75	Matériau tubage : PVC			
Profondeur du puits :	Avant purge : 6,73 m	Après purge : 6,78 m				
Opérateurs (entreprise / nom du préteur) : AMDE / Dordhain						
Type de purge : Pompe immergée 12 V	Conditions météo : Soleil					
Profondeur de Purge : fond	Tps de purge : 10 min	Débit : 5 l/min				
Indices organoleptiques avant et pendant purge (odeur / coloration) :						
Avant purge : Eau claire / pas d'odeur	Après purge : Eau claire / pas d'odeur					
Niveau avant purge	Niveau après purge	pH	Température (en °C)	Conductivité (en µS)		
2,89	sec					
Mesures en cours de purge	7,01	21,2	360			
Mesures en fin de purge	6,8	21,1	498			

Nom du site : Relais des Vignes		Date : 11/08/2014				
Code d'implant :	68001	Heure de prélèvement :				
N° du puits : PZI	Repère : PVC	Ø du puits : 69/75	Matériau tubage : PVC			
Profondeur du puits :	Avant purge : 6,89 m	Après purge : 6,90 m				
Opérateurs (entreprise / nom du préteur) : AMDE / Dordhain						
Type de purge : Pompe immergée 12 V	Conditions météo : Soleil					
Profondeur de Purge : fond	Tps de purge : 10 min	Débit : 5 l/min				
Indices organoleptiques avant et pendant purge (odeur / coloration) :						
Avant purge : Eau claire / odeur faible	Après purge : Eau trouble / odeur faible					
Niveau avant purge	Niveau après purge	pH	Température (en °C)	Conductivité (en µS)		
2,97	sec					
Mesures en cours de purge	7,08	20	530			
Mesures en fin de purge	7,05	20,2	532			

Nom du site : Relais des Vignes		Date : 11/08/2014				
Code d'implant :	68001	Heure de prélèvement :				
N° du puits : PZJ	Repère : PVC	Ø du puits : 69/75	Matériau tubage : PVC			
Profondeur du puits :	Avant purge : 7,17 m	Après purge : 7,18 m				
Opérateurs (entreprise / nom du préteur) : AMDE / Dordhain						
Type de purge : Pompe immergée 12 V	Conditions météo : Soleil					
Profondeur de Purge : fond	Tps de purge : 20 min	Débit : 5 l/min				
Indices organoleptiques avant et pendant purge (odeur / coloration) :						
Avant purge : Eau claire / pas d'odeur	Après purge : Eau claire / pas d'odeur					
Niveau avant purge	Niveau après purge	pH	Température (en °C)	Conductivité (en µS)		
2,92	4,51					
Mesures en cours de purge	7,52	21	496			
Mesures en fin de purge	7,5	21,1	498			

Nom du site : Relais des Vignes		Date : 11/08/2014				
Code d'implant :	68001	Heure de prélèvement :				
N° du puits : PZK	Repère : PVC	Ø du puits : 69/75	Matériau tubage : PVC			
Profondeur du puits :	Avant purge : 6,80 m	Après purge : 6,81 m				
Opérateurs (entreprise / nom du préteur) : AMDE / Dordhain						
Type de purge : Pompe immergée 12 V	Conditions météo : Soleil					
Profondeur de Purge : fond	Tps de purge : 3 min	Débit : 5 l/min				
Indices organoleptiques avant et pendant purge (odeur / coloration) :						
Avant purge : Eau trouble / odeur moyenne	Après purge : Eau trouble / odeur moyenne					
Niveau avant purge	Niveau après purge	pH	Température (en °C)	Conductivité (en µS)		
2,68	sec					
Mesures en cours de purge	6,17	20,6	487			
Mesures en fin de purge	6,45	20,5	500			

Figure n°40 : Fiches de prélèvements (suivi du 11/08/2014)

ANNEXE III : BORDEREAUX D'ANALYSES DU LABORATOIRE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-14-LK-064750-01 Version du : 12/08/2014

Dossier N° : 14ED046278 Date de réception : 07/08/2014

Référence Dossier : N°Projet: Pessac vignes 04.089

Nom Projet: Pessac vignes 04.089

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	Limites de Quantification
Date de prélèvement :	06/08/2014	06/08/2014	
Début d'analyse :	08/08/2014		

L514 : TPH AIR (TEX & MTBE inclus)		Précaution réalisée sur le site de Saverne	
Dosage par CLAMS - Méthode interne	Quantification		
Total Aromatiques	<15.4	0.31 <= <15.5	
Total Aromatiques (2)	<15.4	<15.4	
Benzine	<0.20	<0.20	
Benzine (2)	<0.20	<0.20	
Toluène	<0.31	0.31	
Toluène (2)	<0.31	<0.31	
Ethylbenzène	<0.20	<0.20	
Ethylbenzène (2)	<0.19	<0.20	
m+p-Xylyne	<0.20	0.50	
m+p-Xylyne (2)	0.49	<0.20	
o-Xylène	<0.20	<0.20	
o-Xylène (2)	<0.20	<0.20	
MTBE (Zone 1)	<5.00	<5.00	
MTBE (Zone 2)	<5.00	<5.00	

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Le laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement : pointe disponible sur <http://www.labbeauenvironnement.fr>

Le laboratoire agréé pour la réalisation des prélevements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaires des eaux - notice détaillée

Le laboratoire agréé pour la réalisation des prélevements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaires des eaux - notice détaillée

Le laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrement a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.


 Claire Bergeard
 Coordonnateur de Projets Clients

ANDE AO TOTAL
 Mr Benoit THIRION
 ZAC Mermoz
 13 rue Jean-Baptiste Perrin
 33320 EYSINES

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-14-LK-065929-01
 Version du : 18/08/2014
 Dossier N° : 14E045275
 Date de réception : 07/08/2014
 Référence Dossier : N°Projet: Pessac vignes 04.089
 Nom Projet: Pessac Vignes 04.089
 Référence Commande :

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-14-LK-065929-01
 Version du : 18/08/2014
 Dossier N° : 14E045275
 Date de réception : 07/08/2014
 Référence Dossier : N°Projet: Pessac vignes 04.089
 Nom Projet: Pessac Vignes 04.089
 Référence Commande :

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-14-LK-065929-01
 Version du : 18/08/2014
 Dossier N° : 14E045275
 Date de réception : 07/08/2014
 Référence Dossier : N°Projet: Pessac vignes 04.089
 Nom Projet: Pessac Vignes 04.089
 Référence Commande :

N° Echantillon	001		002		Limites de Quantification
	Date de prélevement :	05/08/2014	Date de prélevement :	05/08/2014	
Préparation physique et chimique					
LS986 Matière sèche	% P.B.	Réf. 1	86.6		
Préparation réalisée sur le site de Sevrene NF EN ISO/IEC 17025:2015 COFRAC 1-14.3 Grenoble - NF ISO 17465					
Hydrocarbures totaux					
LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)					
Extraction Héxane /Acéline / dosage par GC/CD - NF EN 14039 Méthode Hydrocarbures (C10-C40)					
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS	8e-1		39.4	
HCT (nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS	1.60		1.31	
HCT (nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS	0.92		4.74	
HCT (nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS	27.6		19.5	
LS44E : Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40					
Méthode Intégrée - Méthode Intégrée					
C10 - C12 inclus	%	1.34		1.61	
> C12 - C16 inclus	%	2.00		1.75	
> C16 - C20 inclus	%	2.21		6.10	
> C20 - C24 inclus	%	0.92		13.51	
> C24 - C28 inclus	%	16.01		23.92	
> C28 - C32 inclus	%	20.75		25.56	
> C32 - C36 inclus	%	40.91		22.89	
> C36 - C40 inclus	%	5.67		5.67	
LS910 : Fourniture du chromatogramme					
Préparation réalisée sur le site de Sevrene Méthode Intégrée					
LS901 : HCT C5-C10 hors concentration en MTBE/ETBE et BTEx					
Méthode Intégrée					
MeC5 - Total	mg/kg MS	4.2		<1.00	
> C10 - C10 Total	mg/kg MS	3.5		<1.00	
Summe MeC5 - C10	mg/kg MS	7.7		<2.00	
001 : PG (1m) 002 : SI (1 m)					
Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Sevrene 5, rue d'Orsayville - 67700 Sevrene Tél 03 88 911 811 - fax 03 88 916 331 - site web : www.eurofins.fr/en SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 988 971					



Europôle Analyse pour l'Environnement - Site de Sevrene
 5, rue d'Orsayville - 67700 Sevrene
 Tél 03 88 911 811 - fax 03 88 916 331 - site web : www.eurofins.fr/en
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 988 971

ACCRÉDITATION
 N° 1-148
 Site de Sevrene
 Porte déposée sur
 www.cofrac.fr

cofrac
 ESSAIS

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-14-LK-066783-01 Version du : 21/08/2014
 Dossier N° : 14Ec046231 Date de réception : 13/08/2014
 Référence Dossier : N°Projet: Pessac vignes 04.089
 Nom Projet: Pessac Vignes 04.089
 Référence Commande :

N° Echantillon	006	007	008	009	Limites de Quantification
Date de prélèvement :	11/08/2014	11/08/2014	11/08/2014	11/08/2014	
Début d'analyse :	13/08/2014	13/08/2014	13/08/2014	13/08/2014	
Chiffre d'affaires					

LS228 : BTEX (5 composés)

Précaution réalisée sur le site de Séverine NF EN ISO/IEC 17025:2015 CGFRAC 1443					
Ethylbenzène	< 100	*	4.2	< 100	1630
o-Xylène	< 100	*	87.7	< 100	28.8
m,p-Xylène	< 110	*	76.9	< 100	264

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement : porté disponible sur <http://www.firebaseio.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélevements et des analyses terriens et/ou des analyses des paramètres du contrôle de la qualité des eaux – Ponts d’Aïlle de l’Ain

Laboratoire agréé par le ministère chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrement a été délivré sur : www.sauvants.fr ou disponible sur demande.



Stéphanie Vellin
 Coordinateur de Projets Clients
 Mathieu Hubner
 Coordinateur de Projets Clients

006 : P2H
 007 : PZI
 008 : PZJ
 009 : P2K
 005 : PZG

006 : P2H
 007 : PZI
 008 : PZJ
 009 : P2K
 005 : PZG
 Eurofins Analyse pour l'Environnement - Site de Saverne
 5, rue d'Offenbourg - 67700 Saverne
 Tel 03 68 911 911 - fax 03 68 96 551 - site web : www.eurofins.fr/fernv
 SAS au capital de 1 622 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 886 971
 www.eurofins.fr



ACCRÉDITATION
 N° 1-1488
 Site de saverne
 Portes disponibles sur
www.cofrac.fr

Page 5/5

AMDE : un expert qui agit



ANNEXE IV : MESURES ESSAI DE POMPAGE

t' (s)	(t+t')/t' (s)	niv. eau (m)	rabattement (m)
0		4,55	-1,67
3	1561	4,45	-1,57
7	669,5714286	4,35	-1,47
10	469	4,26	-1,38
15	313	4,16	-1,28
18	261	4,05	-1,17
23	204,4782609	3,95	-1,07
29	162,3793103	3,85	-0,97
34	138,6470588	3,75	-0,87
40	118	3,65	-0,77
47	100,5744681	3,55	-0,67
57	83,10526316	3,45	-0,57
68	69,82352941	3,35	-0,47
77	61,77922078	3,3	-0,42
88	54,18181818	3,25	-0,37
94	50,78723404	3,22	-0,34
100	47,8	3,2	-0,32
107	44,73831776	3,18	-0,3
116	41,34482759	3,16	-0,28
126	38,14285714	3,14	-0,26
130	37	3,13	-0,25
137	35,16058394	3,12	-0,24
147	32,83673469	3,11	-0,23
156	31	3,1	-0,22
177	27,44067797	3,09	-0,21
188	25,89361702	3,08	-0,2
196	24,87755102	3,08	-0,2
210	23,28571429	3,07	-0,19
225	21,8	3,07	-0,19
240	20,5	3,065	-0,185
255	19,35294118	3,055	-0,175
270	18,33333333	3,055	-0,175
285	17,42105263	3,05	-0,17
300	16,6	3,05	-0,17
330	15,18181818	3,04	-0,16
360	14	3,04	-0,16
390	13	3,035	-0,155
410	12,41463415	3,03	-0,15
450	11,4	3,03	-0,15
480	10,75	3,025	-0,145
510	10,17647059	3,025	-0,145
555	9,432432432	3,025	-0,145
570	9,210526316	3,025	-0,145
600	8,8	3,02	-0,14
660	8,090909091	3,015	-0,135
720	7,5	3,01	-0,13
780	7	3	-0,12
840	6,571428571	3	-0,12
960	5,875	3	-0,12
1080	5,333333333	2,995	-0,115
1200	4,9	2,995	-0,115
1500	4,12	2,985	-0,105
1800	3,6	2,98	-0,1
2400	2,95	2,97	-0,09
3000	2,56	2,965	-0,085
3600	2,3	2,96	-0,08
4800	1,975	2,95	-0,07
6000	1,78	2,94	-0,06
7200	1,65	2,935	-0,055
8400	1,557142857	2,93	-0,05
10500	1,445714286	2,925	-0,045
12000	1,39	2,92	-0,04
14400	1,325	2,92	-0,04

Figure n°41 : Tableau récapitulatif des données de l'essai de pompage (suivi du 08/08/2014)

ANNEXE V : RELEVES GEOLOGIQUES DES OUVRAGES

AMIDE	LOG du SONDAGE	Mode de forage	Nom de l'ouvrage: PZ J
Chantier: Pessac Vignes -			
Opérateur: SOEUR SAC	Profondeur totale: 3,50 m -		
Date: 05/08/14			
DESCRIPTION TECHNIQUE			
Outil: Tarière	Tête d'ouvrage: PEND		
Tubage plein: 1m	Argile: 0,0		
Tubage crepine: 6m.	Massif filtrant: 0,0 (2 sec)		
DESCRIPTION MÉTÉOROLOGIQUE			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0	Remblais	S + G -	S + A
1,0		S + A	
2,0			
2,7			
3,5			
MEASURES D'EFFETS			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0			
1,0			
2,0			
2,7			
3,5			
Échantillons			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0			
1,0			
2,0			
2,7			
3,5			
Observations			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0			
1,0			
2,0			
2,7			
3,5			
Niveau piézométrique			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0			
1,0			
2,0			
2,7			
3,5			

AMIDE	LOG du SONDAGE	Mode de forage	Nom de l'ouvrage: PZ I
Chantier: Pessac Vignes -			
Opérateur: SOEUR SAC	Profondeur totale: 3,50 m -		
Date: 05/08/14			
DESCRIPTION TECHNIQUE			
Outil: Tarière	Tête d'ouvrage: PEND		
Tubage plein: 1m	Argile: 0,0		
Tubage crepine: 6m.	Massif filtrant: 0,0 (2 sec)		
DESCRIPTION MÉTÉOROLOGIQUE			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0	Terre vaseuse		
1,0	Sable -		
2	S + A		
4	S + A		
6	A + S		
2,5	A + S .		
MEASURES D'EFFETS			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0			
1,0			
2			
4			
6			
Échantillons			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0			
1,0			
2			
4			
6			
Observations			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0			
1,0			
2			
4			
6			
Niveau piézométrique			
Profondeur (m)	0	1,0	2,0
0			
1,0			
2			
4			
6			

ANODE	LOG du SONDAGE		Niveau piézométrique
	Chantier: PAZAC Vignes	Mode de forage: Tariére	
Opérateur: SOUSSAC	Profondeur totale: 9,5 m		
Date: 06/08/14			
DESCRIPTION TECHNIQUE			
Outil: Tariére	Tête d'ouvrage: PEHD		
Tubage plein: 1 m	Argile: oui		
Tubage crevillé: 6 m	Massif filtrant: oui		
Profondeur (m)	Description lithologique	Échantillons	Measures officielles
-0	Tasse végétale		
-0,6	Tourbe		
-1	A + S + G		
-2			
-3,5	Argile	+	+
-3,9			
-4	H + G		
-5			
-6			
-7	S + A		
-8			
-9,5	Fin	-	

ANNEXE VI : PARAMETRES DE L'EXPOSITION

Paramètres		Unité	Futur bâtiment (25 m ² au sol)	
			Valeur retenue	Source
Température moyenne du sol	T _s	°C	12	Estimé
Profondeur de la base de la dalle enterrée par rapport au sol après travaux de construction	L _F	cm	10	Valeur par défaut J&E
Profondeur des mesures gazeuses	L _s	cm	100	Observations de terrain
Epaisseur de la couche de sol A	h _a	cm	100	Observations de terrain
Type de sol couche A	S		Sables	Observations de terrain
Densité de la couche de sol A	ρ _b ^a	g/cm ³	1,66	d'après JEM
Porosité totale de la couche de sol A	n ^A	-	0,375	d'après JEM
Porosité efficace	ρ _w ^A	cm ³ /cm ³	0,054	d'après JEM
Epaisseur de la dalle béton	L _{crack}	cm	10	Valeur par défaut J&E
Déférence de pression	Δ P	g/cm·s ²	40	Valeur par défaut J&E
Longueur du bâtiment	L _B	cm	800	Hypothèses AMDE conformes au règlement du PLU (zone UPc)
Largeur du bâtiment	W _B	cm	313	
Hauteur du bâtiment	H _B	cm	250	Valeur standard
Largeur des fissures du bâtiment	w	cm	0,1	Valeur par défaut J&E
Taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment	ER	/h	0,39	Arrêté du 24/05/06 (valeur sécuritaire)

Paramètres retenus pour le modèle Johnson & Ettinger
(04.089.A.AF(R.06.1).ARR paramètre du modèle1)

- Température moyenne du sol

La valeur par défaut du modèle J&E est de 10°C qui correspond à une température pour le Nord des Etats-Unis. Bien que plus pénalisante, une température de 12°C semble plus réaliste pour la région.

- Profondeur de la dalle enterrée par rapport au sol

Le bâtiment retenu est de plain-pied. La profondeur de la dalle béton par rapport au sol correspond à l'épaisseur de la dalle béton.

- Profondeur des mesures gazeuses

Les piézaires (PA1 et PA2) ont été équipés à 2 mètres avec une zone crépinée comprise entre 1 et 2 mètres de profondeur. La profondeur des gaz correspond au sommet de la zone crépinée.

- Type de sol

Dans le cadre du diagnostic environnemental de fermeture, les investigations effectuées au droit des pistes de distribution et de la cuve n°1 ont permis de définir que les sols naturels correspondent principalement à des sables argileux ou argiles sableuses. Toutefois, suite aux travaux d'excavation, la zone faisant l'objet de cette étude a été remblayée avec des sables de carrière ou des déblais sains. C'est pourquoi la lithologie retenue au sein du modèle Johnson Ettinger correspond à des sables (nature la plus défavorable du modèle).

- **Epaisseur de la couche de sol A**

Les travaux d'excavation de sol ont été menés jusqu'à des profondeurs comprises entre 3,5 et 5 mètres. Les sols au-dessus du niveau de prélèvement des gaz sont donc uniquement constitués de remblais. L'épaisseur des remblais retenue est donc d'1 m.

- **Densité de la couche de sol A**

Fournie par le modèle J&E en fonction du type de sol.

- **Porosité totale de la couche de sol A**

Fournie par le modèle J&E en fonction du type de sol.

- **Porosité efficace**

Fournie par le modèle J&E en fonction du type de sol.

- **Epaisseur du dallage**

Une épaisseur de 10 à 20 cm est généralement retenue dans ce type de scénario. Par principe de précaution, on retiendra la valeur par défaut du modèle (10 cm).

- **Différence de pression entre le sol et l'air intérieur**

Cette différence de pression est essentiellement due aux effets du vent sur la structure, à la température de l'air intérieur et à la ventilation des bâtiments. Cette différence de pression induit un flux du sol vers l'intérieur des bâtiments, aux travers des fissures, des espaces situées dans les fondations. Le modèle J&E propose une plage de valeurs allant de 0 à 200 g/cm-s² et retient comme valeur par défaut 40 g/cm-s².

- **Largeur des fissures du bâtiment**

La valeur utilisée est celle retenue par défaut par le modèle J&E.

- **Taux de renouvellement de l'air dans le bâtiment**

Par principe de précaution, le taux choisi est de 0,39 fois par heure. Elle correspond à la réglementation en vigueur en matière de perméabilité à l'air des nouveaux bâtiments (arrêté du 24 mai 2006) à usage d'habitation.

- **Taille du bâtiment**

Le site de l'ancienne station-service présente une surface totale de l'ordre de 2950 m². D'après le PLU, le pourcentage maximum d'emprise au sol des constructions est fixé à 40 % de la superficie totale du terrain (cas général en secteur UPc). De ce fait, la surface maximale totale pour un bâtiment est de 1180 m².

Les dimensions qui pourraient être retenues pour un bâtiment à usage commercial/industriel sont de 40m x 15m soit 600 m². Cependant, pour une approche plus sécuritaire, il est préférable de retenir les dimensions d'une pièce de bureau soit une surface d'environ 25m² (8m x 3,13m).

